

# Beiträge zur Kenntnis der Kartoffelpflanze und ihrer Krankheiten I.

Von

Reg.-Rat Dr. Otto Appel.

## Einleitung.

Seit einer Reihe von Jahren beschäftige ich mich mit den Krankheiten der Kartoffeln und dabei fiel mir auf, daß in den einzelnen Jahren sehr verschiedene Krankheiten das Übergewicht haben. So herrschte in den Jahren 1902 und 1903 in manchen Gegenden die Schwarzbeinigkeit in einer Heftigkeit, daß die Ernte einzelner Sorten beträchtlich vermindert wurde, auch waren die Klagen über schlechte Haltbarkeit des Erntegutes in diesen Jahren besonders groß. Die Jahre 1902 und 1906 wieder waren für ganze Landstriche ausgesprochene Phytophthora-Jahre. Demgegenüber traten diese beiden Krankheiten in dem trockenen Jahr 1904 und zum Teil auch 1905 ganz zurück und ließen dadurch die Wirkungsweise der Milben, der Mondfliege und des Stysanus klarer hervortreten, als dies gewöhnlich der Fall ist. Endlich aber begannen im Jahre 1905 zwei epidemische Krankheiten in besorgniserregender Weise aufzutreten, die zwar nicht neu, aber doch fast vergessen sind: Die Bakterien-Ringkrankheit und die Blattrollkrankheit, beides Krankheitsformen, die in den Sammelbegriff der Kräuselkrankheit gehören.

Unsere Kenntnisse von den meisten Kartoffelkrankheiten sind aber noch nicht so gründlich, wie es für eine ausreichende Bekämpfung notwendig erscheint.

Diese Verhältnisse lassen es wünschenswert erscheinen, die einmal begonnenen Arbeiten weiter fortzusetzen und sie unter gemeinsamen Gesichtspunkten zu vereinigen. Dabei ist es nicht zu vermeiden, auch die gesunden Kartoffelpflanzen in den Kreis der Untersuchungen zu ziehen, da ja die Sortenfrage beim Kartoffelbau und bei der Bekämpfung der Krankheiten eine große Rolle spielt. Welche Gründe das zweifellos sehr verschiedene Verhalten der einzelnen Sorten gegen die verschiedenen Krankheiten bedingen, ist bis jetzt noch nicht bekannt; die Lösung aber dürfte in erster Linie durch vergleichende Untersuchungen gesunder Pflanzen zu erreichen sein.

Aus diesen Gründen habe ich mit meinen Mitarbeitern eine Reihe von Untersuchungen und Versuchen über die Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten in Angriff genommen, die je nach dem Vorhandensein des Materials durchgeführt und deren Ergebnisse hier veröffentlicht werden sollen.



## I. Aus der Geschichte der Kartoffelkrankheiten.

Nach der ersten Einführung der Kartoffel hat es noch ziemlich langer Zeit bedurft, bis ihr Anbau ein allgemeinerer wurde. Dann aber hat sie sich rasch so eingebürgert und ihre Kultur ist eine so allgemeine geworden, daß sie seit etwas über 120 Jahren als eine unserer landwirtschaftlich bedeutendsten Pflanzen anzusehen ist. Aus der Zeit ihrer allmählichen Ausbreitung ist nicht viel über ihre Krankheiten bekannt geworden, aber bald nachdem ihr Anbau allgemeiner geworden war, traten Epidemien auf, die ihre Weiterkultur ernstlich in Frage stellten und von da an sind immer wieder Jahre und Jahrgruppen zu verzeichnen gewesen, in denen außerordentliche Schädigungen an den Kartoffeln vorkamen. Welche ungeheuren Summen so im Laufe von 100 Jahren an Nationalvermögen eingebüßt worden sind, ist kaum zu berechnen, als ein Zeichen dafür ist aber wohl der Umstand aufzufassen, daß bei keiner einzigen Kulturpflanze so viele Männer der Wissenschaft und Praxis sich mit den Krankheiten beschäftigt haben, wie gerade bei der Kartoffel. Daher kommt es, daß die in dieser Richtung ausgeführten Arbeiten nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung der gesamten Pflanzenpathologie geblieben sind. Aber noch eine andere Bedeutung haben die Arbeiten über die Kartoffelkrankheiten, sie sind nämlich die eigentlichen Grundlagen unseres heutigen Kartoffelbaues und eines großen Teiles der heutigen Kartoffelverwertung geworden. Bei dem Suchen nach Mitteln zur Abwehr der Krankheiten, sind Kulturarbeiten wie das Hacken und Häufeln und andererseits die Darstellung der Kartoffelstärke und das Trocknen der Kartoffeln zuerst vorgeschlagen worden oder haben doch in diesen Bestrebungen ihre wesentlichste Förderung gefunden; vor allem verdanken wir aber unseren heutigen Sortenreichtum und die sich allmählich steigernde Ertragsfähigkeit der Sorten in erster Linie dem Bemühen, die Altersschwäche, die man lange Zeit als eine der wesentlichsten Krankheitsursachen ansah, durch Züchtung neuer Rassen aus Samen zu überwinden.

Dies alles ist von allgemeinem Interesse, der Hauptgrund aber, der mich veranlaßte, hier ausführlicher auf die Literatur einzugehen, lag in dem neuerlichen Auftreten von Kartoffelkrankheiten, die in ihrer ganzen Erscheinungs- und Ausbreitungsart an die großen Epidemien früherer Jahrzehnte erinnern. Es war daher anzunehmen, daß bei einem Durcharbeiten der älteren Veröffentlichungen manche auch für jetzt nutzbar zu machende Erfahrung zu Tage treten würde. Diese Vermutung hat sich in der Tat auch bestätigt.

Da es vielleicht manchem wünschenswert erscheint, auf die Quellen zurückzugehen, füge ich am Schlusse eine Übersicht der von mir benutzten Arbeiten an. Es konnte mir dabei wegen der außerordentlichen Zerstreuung der nach Hunderten zählenden Abhandlungen, die z. T. in jetzt nur noch schwer zu erlangenden Broschüren niedergelegt sind, weniger darauf ankommen, ein möglichst vollständiges Literaturverzeichnis zu schaffen, als vielmehr darauf, den Gang der Entwicklung unserer Kenntnisse der Kartoffelkrankheiten in großen Zügen zu verfolgen und dabei möglichst das wieder ins Gedächtnis zurückzurufen, was für eine Beurteilung unserer heutigen Verhältnisse von Wichtigkeit ist.



Da mich aber der Gegenstand auch weiter beschäftigen wird, würde ich für Zusendung oder Nachweisung von Arbeiten, die in dem anliegenden Verzeichnisse nicht aufgeführt sind, stets dankbar sein. —

Zu einer übersichtlichen Betrachtung wird es gut sein, eine gewisse Gliederung des Stoffes vorzunehmen, die leicht durchgeführt werden kann, da die Perioden der Literatur ziemlich scharf umgrenzt sind.

Die erste Gruppe von Arbeiten ist veranlaßt worden durch die große und weitverbreitete Epidemie, die sich gegen Ende des 18. Jahrhunderts über England, Holland, Belgien, Frankreich und das westliche Deutschland ausbreitete und deren Ausläufer auch die angrenzenden Länder und Gebietsteile heimsuchte. Nach dem Jahre 1820 etwa hörten die Erörterungen über diese den Kartoffelbau tief berührende Krankheitsperiode auf, bis dann gegen Ende der dreißiger Jahre eine neue Epidemie, die etwa 15 Jahre mehr oder weniger stark herrschte, eine wahre Hochflut von Literatur brachte. Diesem zweiten Zeitabschnitt wird ein Ende bereitet durch die Arbeit Speerschneiders, die zu der für die dritte Periode grundlegenden Abhandlung de Bary's: „Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit“ führt. In diesem letzten Zeitabschnitt fing man an, systematisch die einzelnen Krankheiten und Veränderungen der Kartoffelpflanze zu untersuchen und vor allem auch den Erregern eine erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden.

### Erster Zeitabschnitt.

Nachrichten über Krankheiten der Kartoffeln haben wir schon aus den sechszehnten Jahrhundert durch Acosta der 1571 Peru bereiste und dabei die Beobachtung machte, daß die Kartoffeln der Eingeborenen sowohl unter den Frost als auch unter einem Brand oder Mehltau zu leiden haben. Ebenfalls von einem „Brand der Erdäpfel“ spricht Ludwig (1770), ohne daß mit voller Sicherheit festzustellen wäre, was für eine Krankheit er vor sich gehabt hat. Man wird aber nicht fehlgehen wenn man annimmt, daß es sich um eine durch Pilze hervorgerufene Trockenfäule handelte. Eine allem Anschein nach andere Krankheit beobachtete Gleditsch (1769), nach dessen Schilderung nicht nur die Knollen sondern auch das Kraut in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Die Krankheit, die etwa 1775 bei uns in größerem Umfange aufzutreten begann, wurde im allgemeinen als Ausartung oder Abartung bezeichnet und von den damaligen Autoren mehrfach mit der in England auftretenden und dort „curl (Kräuselkrankheit)“ genannten Krankheit verglichen. Trotzdem augenscheinlich nicht immer das gleiche Krankheitsbild vorhanden war, wurde dennoch eine Unterscheidung verschiedener Erscheinungen nicht durchgeführt, vielmehr nahmen eine ganze Reihe von Autoren das Krankheitsbild als so bekannt an, daß sie auf eine Beschreibung desselben verzichteten und nur Mutmaßungen über die Entstehung und die Möglichkeit einer Bekämpfung aussprachen. Dies erschwerte natürlich die Beurteilung solcher Veröffentlichungen sehr.

Eine der ersten Beschreibungen wird von einem nicht genannten Verfasser im 17. Jahrgange (1779) des Hannoverschen Magazin unter dem Titel: „Merkwürdige



ökonomische Anzeige“ gegeben. Danach fand in einem Distrikt des Fürstentums Göttingen seit drei Jahren ein Auswuchs der Kartoffel statt, der an Ausbreitung von Jahr zu Jahr zunahm und manchen Ortes zu dem Entschluß der Aufgabe des Kartoffelbaues führte. Das Kraut der kranken Stauden war kraus und schwachwüchsig, starb bald ab und brachte keine oder nur wenige, aber dann ungenießbare Kartoffeln. Befallen waren hauptsächlich die weißen Sorten, viel weniger die roten. Am Grunde der Stengel, nahe der Erdoberfläche fand der Verfasser meist eine Wunde, ohne ein Tier als Ursache derselben entdecken zu können. Auf diese Mitteilung hin gab ein anderer Ungenannter (1779) in demselben Magazin seiner Ansicht dahin Ausdruck, daß man es mit einer Ausartung zu tun habe, die durch die fortwährende ungeschlechtliche Vermehrung verursacht sei und die man durch eine Erneuerung der Sorten durch Anzucht aus Samen überwinden könne. Diese Meinung, die in derselben Zeit auch in England ausgesprochen wurde, kehrt von jetzt an bis in die neueste Zeit wieder, ohne daß irgend ein Beweis für ihre Richtigkeit jemals erbracht worden wäre. Jedenfalls aber wurde sie die Veranlassung, daß man sich schon damals mit der Anzucht von Samen befaßte (Anonymus 1793) und damit Kreuzungen erzog, die die Grundlage neuer Sorten bildeten.

Schon im nächsten Jahre taucht neben dieser Erklärung eine andere auf, die von einem Schüler der kameral hohen Schule zu Lautern, namens Konrad Müller (1780), aufgestellt wurde. Dieser hatte offenbar dieselbe oder doch eine sehr ähnliche Krankheit vor sich, nur teilt er noch mit, daß die Knollen voller Fasern und Keime seien und ihr Mark sehr bald faule; auch ist es interessant, daß Müller gerade die roten Sorten als die kranken bezeichnet. Er verwirft die Meinung der Landbevölkerung, wonach Boden- und Witterungsverhältnisse die Ursache des Mißwachses sei und sieht den Grund darin, daß die rote Schale weniger porös sei, als die weiße und durch zu frühzeitiges Ernten und Aufbewahren in dumpfigen Räumen eine Verhinderung der Ausdunstung eintrete. Diese Erklärung will Spring (1781) nicht gelten lassen. Er schließt vielmehr daraus, daß die Krankheit erst seit dem Anbau der welschen weißen Kartoffel beobachtet wird, daß eine Kreuzbestäubung zwischen der weißen und roten, die beide vielfach durcheinandergelautet werden, die eigentliche Ursache sei. Der offenbar belesene Verfasser steht dabei unter dem Eindrucke der Kölreuter'schen Entdeckung von der Kreuzbestäubung, ohne sie richtig aufgefaßt zu haben. Eine derartige Beeinflussung der vegetativen Organe einer Pflanze in derselben Generation, in der die Fremdbestäubung erfolgt, ist natürlich ausgeschlossen.

Eine Erweiterung der Beschreibung gibt Simon (1782) in folgender Weise:  
 „Aus äußerlich gesund scheinenden, auch den allervollkommensten und dicksten Kartoffeln . . . . erwachsen in allen Jahren und Erdarten, der nunmehr angesteckten Gegenden, mehr oder weniger häufig solche Pflanzenstöcke, deren äußeres Ansehen bereits einem Unkundigen anzeigt, daß es ein mißratenes, abgeartetes Gewächs sei. Der Stengel der Pflanze unterscheidet sich dadurch beinahe von allen übrigen Sorten der langeher bekannten Kartoffeln, daß er eine nur merklich braune, hingegen mehr bräunlich grüne, gleichsam zusammengesetzte Farbe hat, der der Farbe jener



Kartoffelstengel und der von den Viehkartoffeln das Gleichgewicht hält, oder mitten inne steht. Auch ist der Stengel, nämlich der ersten Abartung, immer einfach und überhaupt die ganze Pflanze, sogleich vom ersten Aufkeimen an, sehr weit im Wachstum zurück, gegen die übrigen guten Pflanzen.

Die Blätter sind nicht so glatt auf der Oberfläche, wie die Blätter der länger bekannten Kartoffelsorten, sondern rau, runzlicht, mager, kraus und verschrumpfen.“

Ohne die Arbeit Spring's zu kennen, gibt Simon seiner Ansicht ebenfalls dahin Ausdruck, daß der Mißwachs auf einer Wirkung der Fremdbestäubung beruhen müsse. Er stützt sich dabei auf die von ihm, unabhängig von Kölreuter, an zwei verschiedenen Sorten Endivien gemachte Beobachtung von der Fremdbestäubung und außerdem auf die Tatsache, daß die Krankheit nur dort vorkomme, wo die neu eingeführte Viehkartoffel mit den einheimischen Sorten zusammengebaut werde und daß alle Gegenden, in die diese neue Kartoffel noch nicht gekommen sei, völlig gesunde Kartoffeln lieferten. Daher ist er der Ansicht, daß wenigstens auf einige Zeit durch die Beschaffung von Saatgut aus Gegenden, in die noch keine Viehkartoffeln gekommen sind, die Krankheit einigermaßen zurückgehalten werden könne.

Schon diese Mitteilungen lassen es unter den Gesichtspunkten unserer heutigen Kenntnisse außer Zweifel, daß es sich bei dem damaligen „Mißwachs“ um eine Infektionskrankheit handelte, die höchstwahrscheinlich mit den neu eingeführten Viehkartoffeln zu uns gekommen ist. Aber auch weitere Äußerungen Simons lassen sich zwanglos in dieser Richtung deuten. Vor allem gilt dies für die als eine allgemeine Tatsache hingestellte Beobachtung, daß gesundes Saatgut im ersten Jahre gesunde Kartoffeln liefere, aber bei einem Zusammenbau mit der fremden Sorte schon vom nächsten Jahre an krank werde. Da aber, wie aus vielen Schriften der damaligen Zeit hervorgeht, die verschiedenen Sorten durcheinandergesamt und aufbewahrt und außerdem die Saatkartoffeln vielfach geschnitten wurden, ist eine Ansteckung mit den ursprünglich nur der einen Sorte anhaftenden Krankheitskeimen sehr wohl möglich.

Ackermann (1784), der eine ähnliche Erscheinung im Voigtlande beschreibt, trennt die Erscheinung in zwei Gruppen, deren eine er auf ein Austrocknen der auf den Höhen angebauten Kartoffeln zurückführt, während er für die andere eine in den Setzkartoffeln und den unteren Stengelteilen lebende Made verantwortlich macht. Ob er tatsächlich zwei verschiedene Krankheiten vor sich gehabt hat, ist zweifelhaft, jedenfalls ist die Möglichkeit, daß die zweite Gruppe nicht zu den Kräuselkrankheiten gehört, sondern als die wohlbekannte Schädigung durch *Eumerus lunulatus* aufzufassen ist, nicht von der Hand zu weisen. Daß Ackermann bei seiner Beschreibung die nach *Eumerus*-Fraß meist eintretende Schwarzbeinigkeit nicht erwähnt, ließe sich wohl durch das sehr trockene Wetter erklären. Auch in dem in manchen Gegenden trockenen Jahre 1905 konnte man oft beobachten, daß *Eumerus*-Fraß zum langsamen Absterben ohne eigentliche Schwarzbeinigkeit führen kann.

Sehr ausführlich tritt nochmals Stockmar (1801) für die Bastardtheorie ein, seinem Urteile kann aber kein besonderer Wert beigelegt werden, da er die meisten



wichtigen Tatsachen nicht nur sinngemäß, sondern wörtlich aus der Arbeit von Simon wiedergibt — allerdings ohne dessen Erwähnung zu tun.

Thaer (1801), der die Krankheit aus England kennt, sich aber erinnert, sie auch in Deutschland gesehen zu haben, bezweifelt die Theorie vom Einflusse der Fremdbestäubung, während er die Mitwirkung eines Tieres für nicht ausgeschlossen hält. „Soviel ist aber ausgemacht, daß sie nicht im Boden, in einer gewissen Behandlungsart, oder in der Witterung liege, sondern in der Pflanzkartoffel.“

Es ist das offenbar eine Ansicht, die Thaer aus England mitgebracht hat, wo die Krankheit so stark gehaust hatte, daß schon 1789/90 ein Preisausschreiben für die Entdeckung der Ursache und ihre Bekämpfung ausgeschrieben worden war. Als Preis sollte dem glücklichen Entdecker eine goldene Medaille oder 30 £ zuerkannt werden (Transactions 1789). Die von Thaer ausgesprochene Ansicht finden wir wenigstens auch in der damaligen englischen Literatur (Leonhardi 1797) und später auch noch bei Shireff (1810), der sich die Übertragung durch die Pflanzkartoffel als ein ständig zunehmendes Altern denkt. Daß im allgemeinen 20 Jahre alte Stämme keine normalen Kartoffeln mehr liefern sollten, wie es Shireff annimmt, braucht heutzutage kaum mehr einer Widerlegung. Seine weitere Annahme, daß Kartoffeln in den Gegenden, in denen sie ihre Samen ausreifen, sehr schnell erkrankten, in höheren Lagen aber, wo sie keine reifen Samen bringen, länger gesund bleiben, dürfte weniger mit dem Samenansatz als mit den allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnissen im Zusammenhange stehen.

Ein neuer Versuch zu der Erklärung der Krankheit erscheint in der Arbeit von Dickson (1810). Dieser stützt sich auf die von dem Landwirte Baron Hepburn von Smeaton in Ost-Lothian ausgesprochene Annahme, daß die Setzkartoffeln überreif und dadurch in ihrer Fähigkeit, neue Stöcke zu bilden, geschwächt seien und versucht dies durch Versuche, die er in den Jahren 1801—1803 mit gleichem Erfolge ausgeführt hatte, zu beweisen. Zu diesen Versuchen verwendete er eine lange Kartoffelsorte, deren vorderes Ende ihm als wenig ausgereift, deren hinteres Ende ihm als überreif galt und setzte je eine Anzahl dieser Kartoffelteile. Aus dem vorderen Ende entstanden mit wenigen Ausnahmen gesunde, normale Stauden, aus dem hinteren durchweg kranke. Die hinteren Teile der Kartoffeln gaben teilweise überhaupt keine Pflanzen, sie lagen im Boden unverändert bis zur Ernte, andere gaben schwache bald eingehende Triebe, wieder andere Pflanzen, die, „nachdem sie eine bestimmte Höhe erreicht hatten, wie es schien, aus bloßer Schwäche starben“. Hieraus glaubt Dickson die Richtigkeit der Hepburn'schen Annahme bewiesen zu haben und empfiehlt Sortenbeschaffung aus Gegenden, in denen die Kartoffeln nicht überreif werden oder späteres Legen der Kartoffeln, die zur Vermehrung dienen sollen. Ein Grund für die noch hinzugefügte Anordnung, das Blühen durch Entfernen der jungen Blütenanlage zu verhindern, ist aus der Arbeit nicht zu ersehen.

Betrachten wir diese Hypothese und ihren Beweis nach unserer heutigen Einsicht in die Entstehung der Kartoffelkrankheit, so dürfte die Annahme wohl gerechtfertigt erscheinen, daß die Kartoffeln, die Dickson zu seinen Versuchen benutzte, von solchen Stöcken abstammten, die ihre Erkrankung durch die Setzknolle über-



trugen. Bei diesen Krankheiten, auf die ich in dem weiteren Verlaufe meiner Arbeit noch kommen werde, ist es sehr häufig der Fall, daß der Krankheitserreger aus der Stauende in die Gefäße der Knolle einwandert, aber nicht die ganze Knolle durchsetzt, sondern nur in der nächsten Umgebung des Nabels zu finden ist, von wo er erst während des Winterlagers weiter wandert, um nach dem Austreiben allmählich in die oberirdischen Teile der Pflanze vorzudringen. Hieraus erklärt sich zwanglos, daß man unter besonderen Umständen gesunde Stöcke aus den dem Nabel entgegengesetzten Ende einer Kartoffel erzielen kann, deren Nabelende einen kranken Stock ergibt, sofern die Trennung der beiden Teile zu einer Zeit geschieht, zu der der Parasit noch nicht die ganze Kartoffel durchwuchert hat.

In diesem ersten Zeitabschnitt der Literatur über Kartoffelkrankheiten finden wir auch schon Arbeiten über die Zusammensetzung (Pfaff 1807) und über die Unschädlichkeit der verschiedenen Kartoffelsorten, was besonders in Hinsicht auf die neu eingeführten sogenannten Viehkartoffeln und die sogenannten ausgearteten Kartoffeln von Wichtigkeit war. Auch findet sich um dieselbe Zeit die erste Mitteilung darüber, daß die Stärke zum Aufbau der oberirdischen Pflanze verwendet und zu diesem Zwecke in einen süßlichen Schleim verwandelt wird (Einhof 1808). Endlich teilt auch der letztgenannte Autor eine Methode des Amtmannes Albert mit, der die Kartoffeln gefrieren läßt, um sie dann zu trocknen, zu mahlen und durch beuteln Kartoffelmehl zu gewinnen. Dieses Kartoffelmehl spielt in der nächsten Zeit eine besondere Rolle zur Herstellung von Brot und seine Herstellung dient gleichzeitig dazu, einer Schädigung durch vorzeitiges Faulen zu begegnen.

Die Ansichten über die Schädlichkeit einer lang andauernden ungeschlechtlichen Vermehrung verbreiteten sich ebenso, wie die, welche der Kreuzbefruchtung den ungünstigen Einfluß auf die Kartoffel beimaßen. Daher finden wir schon von 1803 (Dippold) an Mitteilungen über 3 jährigen Anbau der Kartoffeln aus Blütensamen und andererseits immer wiederkehrend die Warnung vor einem Zusammenpflanzen der eingebürgerten Speisekartoffel mit den „englischen fremden, neumodischen oder Schweine-Erdäpfeln“. Diese Überlegungen über Anbauverhältnisse der Kartoffeln, an denen sich die weitesten Kreise beteiligten, zeitigten auch mitunter die merkwürdigsten Vorschläge. Ausgehend von der Ansicht, daß die Mutterknolle leicht fault, glaubt Voß (1818), das Pflanzen von Keimen empfehlen zu sollen. Er hofft damit gleichzeitig unter Benutzung kleinster Flächen außerordentlich große Ernten zu erzielen und diese noch dadurch zu erhöhen, daß er die Kartoffeln zweimal erntet. Wieder ein anderer (Jebens 1828) empfiehlt das Saatgut zu sparen, indem man die englischen Kartoffeln anbaut, die in der Miete häufig soviel Brutknollen erzeugen, daß die ganzen Zwischenräume von ihnen, erfüllt werden. Unter Benutzung dieser Brutknollen als Saatgut kann man dann reiche Ernten erzielen und außerdem noch die Mutterknollen als Futter verwenden.

Ungefähr mit dem Jahre 1812 hört die Literatur über die Kartoffelkrankheiten so ziemlich auf und es erscheinen kleinere und größere Zusammenfassungen, die sich mit dem Kartoffelbau im allgemeinen und der Kenntnis der Sorten befassen. Auch erscheinen allmählich Arbeiten über vergleichende Anbauversuche. Als solche Arbeiten



seien hier nur beiläufig erwähnt, Juch (1818), Putsche und Bertuch (1819), Payen und Chevalier (Deutsch von Putsche 1827), Lawson (1836), Sprengel (1838). In all diesen Arbeiten werden die Krankheiten nur sehr nebensächlich behandelt, ein Zeichen dafür, daß die Epidemie, die die Bevölkerung jahrelang in Aufregung erhalten hatte, erloschen war.

### Zweiter Zeitabschnitt.

Bereits mit dem Jahre 1840 (Michel) begannen wieder von neuem Nachrichten über Erkrankungen der Kartoffeln. Die erste wichtige Arbeit über diese Krankheit ist die von Martius (1842). Den äußeren Anlaß zu dieser ziemlich allgemein bekannten Abhandlung über die Kartoffelepidemie der letzten Jahre gab ein an die Königl. Akademie der Wissenschaften gerichtetes Ministerial-Reskript, dem kranke Kartoffeln aus der Pfalz mit Ersuchen um ein Gutachten beigelegt waren. Außer Material aus der Pfalz verschaffte sich Martius noch einiges andere aus der Gegend von Nordhausen durch Wallroth und aus der Gegend von Altenburg durch Waitz. Die Arbeit selbst entstand vollständig im Jahre 1842 und scheint ausschließlich aus Laboratoriumsuntersuchungen an dem von den obengenannten Stellen beschafften Material durchgeführt zu sein. Als die wesentlichste Krankheit wird eine Fäulnis unter dem Namen „die trockene Stockfäule der Kartoffeln, Gangränä tuberum Solani“ aufgefaßt und nur nebenbei auch der Schorf als „Kartoffelräude, Porrigio tuberum Solani“ geschildert.

Diese Abhandlung erweckt nicht nur wegen der Bedeutung ihres Verfassers als Botaniker, sondern auch wegen der die Auffassung jener Zeit über Pilze und Pflanzenkrankheiten widerspiegelnden Darstellung besonderes Interesse. Martius ist der Ansicht, daß die Epidemie der Kartoffeln im wesentlichen aus der von ihm als Stockfäule beschriebenen Krankheit besteht und aus seiner Beschreibung der kranken Knollen sowie der von ihm als Afterorganismen beschriebenen und abgebildeten Pilze geht hervor, daß er eine Fusariumfäule der Kartoffel vor sich gehabt hat. Als eigentliche Ursache der Krankheit sieht er das Zusammentreffen äußerer und innerer Einflüsse an; die äußeren beziehen sich:

1. auf den Boden, in dem die erkrankten Kartoffeln gebaut werden und auf die Vorbereitung desselben zur Aufnahme der Brutknollen,
2. auf die Witterung.
3. führt er als äußeres Moment verwundende Insekten an.

Als innere krankheitserregende Einflüsse bezeichnet er:

1. die Eigentümlichkeiten der Sorten,
2. die Art und Weise, in welcher das Gewächs beim Anbau behandelt wird (besonders die Behandlung der Saatkollen nach der Ernte bis zu dem Wiederauslegen derselben) sowie endlich
3. die Behandlungsweise während des Auslegens der Knollen und bis zur Reife der Pflanze.

In einer ausführlichen Darlegung der einzelnen angegebenen Einflußkomplexe kommt Martius dazu, daß die Krankheit durch Witterung und durch Bodenverhält-



nisse wohl begünstigt aber nicht hervorgebracht sein kann. Auch den Insekten kann er keine besondere Bedeutung beimessen. Ebenso sind die aus dem Anbau und der Aufbewahrung der Kartoffeln sich ergebenden Eingriffe in das Wachstum der Pflanze nicht von der Art, daß Martius glaubt, daß sie als die wirkliche Ursache der Krankheit aufgeführt werden können, obgleich auch sie in mancher Hinsicht die Widerstandsfähigkeit der Kartoffeln herabsetzen können und deshalb bei der Bekämpfung der Epidemie beachtet werden müssen. Wie sich Martius diese Einflüsse in ihrer Wirkung denkt, geht aus einem Satz hervor, der auch heute noch volle Beachtung verdient:

„Unter der Begünstigung einsichtsvoller Kulturmethoden hat sie sich (die Kartoffel) im Ertrage immer mehr gesteigert und eine zunehmende Menge an Sorten entwickelt. Jede dieser Sorten entspricht eigentümlichen Örtlichkeiten und Nutzungsverhältnissen, bedarf aber demgemäß auch eigentümlicher Rücksichten in der Kultur. Werden diese nicht befolgt, so ist vor allem eine Verschlechterung der Sorte und bei Andauer derselben ungünstigen Einwirkungen eine Rasse-Verschlechterung zu erwarten.“

Auf Grund dieser Darlegungen und durch die Beobachtung, daß die Krankheit übertragbar ist, kommt Martius dazu, diese Stockfäule als eine „Pflanzenepidemie mit Contagium“ zu bezeichnen, „welche ihren Sitz in den Knollen hat, denselben in eine eigentümliche Entmischung und formale Zerstaltung versetzt, die ihn, bei gewisser Höhe des Übels, zur Selbsterhaltung und Fortpflanzung untauglich macht und mit der Erzeugung eines eigentümlichen Pilzes (*Fusisporium Solani*) endigt. Den Keimkörnern dieses Pilzes aber schreibe ich die Fähigkeit zu, prädisponierte Knollen so zu affizieren, daß sie ebenfalls in Stockfäule verfallen“.

Wenn wir hier deutlich ausgesprochen finden, daß die Krankheit mit einem Pilz — *Fusisporium* — zusammenhängt, so muß es uns auffallen, daß der Pilz als das Endprodukt der Krankheit bezeichnet wird, seinen Sporen aber gleichzeitig die Fähigkeit zugesprochen wird, den Anstoß zur Krankheit zu geben. Es liegt diese Auffassung in der damaligen Zeitanschauung begründet, unter der die Arbeit entstanden ist. Grade damals fing man an, an der *Generatio spontanea* zu zweifeln und die bei den Untersuchungen über die Ansteckungsfähigkeit des Brandes von Tillet und Tessier gemachten Erfahrungen regten Martius zu Infektionsversuchen mit *Fusisporium* an. Er erzog hierbei durch Aussaat von Konidien auf Kartoffelscheiben Rasen von *Fusisporium* und eine gesunde dünnhäutige Kartoffel bekam nach einer solchen Aussaat trockene Stellen von dunklerer Farbe, in denen die Zellen krankhaft verändert waren. Freilich gelang es Martius noch nicht, die Entwicklungsgeschichte des Pilzes richtig festzustellen. Er nahm vielmehr an, daß zunächst eine Art Urform, die er *Protomyces* nennt und die aus kaum differenzierten körnigen Häufchen bestehe, zur Entwicklung gelange. Aus dieser sollte dann einerseits das *Fusisporium Solani*, andererseits eine als *Varietas sporotrichoides* bezeichnete Form hervorgehen.

Neuerdings hat es v. Oven wahrscheinlich gemacht, daß dieser *Protomyces* nichts anderes ist, als das bei manchen Fusarien als Umsetzungsprodukt im Substrat entstehendes Calciumoxalat. Weiter aber wissen wir, daß die beiden erwähnten



Pilzformen als verschiedene Konidienformen zu einem Pilz, eben dem von Martius aufgestellten *Fusisporium* (*Fusarium*) *Solani*, gehören.

Höchst eigenartig bleibt es aber doch, daß die Rolle des *Fusarium* als Erreger der Kartoffelfäule trotz der wenigstens ihrem Titel nach sehr bekannten Arbeit von Martius erst im Jahre 1898 von Wehmer unzweifelhaft festgestellt worden ist und daß auch heute noch nicht mit Sicherheit nachzuweisen ist, welcher Art der die Kartoffel zerstörenden Fusarien der Name *Fusisporium Solani* zukommt.

In demselben Jahre wie diese Arbeit von Martius erschien, äußert sich Guempell (1842) über die seit 1837 in der Pfalz als Epidemie auftretende Kartoffelkrankheit. Seine Ausführungen zeigen aber, daß er sehr wahrscheinlich eine andere Kartoffelkrankheit vor sich gehabt hat. Als wesentlichste Erscheinung weist er auf das Ausbleiben zahlreicher Setzkartoffeln hin, das er mit der Gewohnheit, die Setzkartoffel zu schneiden, in Zusammenhang bringt. Da er schon im Jahre 1841 in No. 11 der Beilage zur Speyerer Zeitung die Neuzucht der Kartoffeln aus Samen empfohlen hatte, machte er Parallelversuche mit drei Sorten, deren jede einerseits aus zerschnittenen Knollen, andererseits aus Samen frisch gezogen wurden. Er stellte dann fest, daß erstere sehr viel stärkehaltiger aber eiweißärmer waren als letztere und er glaubt in dem Mangel an Eiweiß die Ursache der Krankheit sehen zu müssen. Der ganzen Schilderung nach scheint Guempell eine Bakterienkrankheit vor sich gehabt zu haben und er empfiehlt, das was in einem solchen Falle heute noch als richtig anzunehmen ist, nämlich das Auslegen geschnittener oder abgekeimter Saatkartoffeln möglichst zu vermeiden, die Kartoffel nicht bei anhaltend trockenem Wetter in den Boden zu bringen, nicht mehrere Jahre hintereinander dasselbe Feld zu bepflanzen, die geernteten Kartoffeln nicht gleich fest zu bedecken, sondern sie erst ausdunsten zu lassen und auch die Frühjahrswärme möglichst fern zu halten.

Auch aus den Arbeiten einer Reihe anderer Autoren dieser Zeit und aus einem Erlaß der bayrischen Regierung der Pfalz, Kammer des Inneren, geht deutlich hervor, daß damals ganz abgesehen von dem Schorf nicht eine einheitliche Erkrankung der Kartoffeln vorlag, sondern daß neben der *Fusarium*- und Bakterienfäule auch Erkrankungen von dem Charakter der neuerdings von mir als bakterienringkrank bezeichneten Form vorgekommen sein müssen. Hierauf deutet vor allem die häufiger vorkommende Bemerkung über das schlechte Auflaufen der Knollen und die ausdrücklich hervor gehobene Tatsache, daß die Fäulnis von innen nach außen geht. Einen klassischen Ausdruck findet diese Tatsache in dem Protokoll der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Nürnberg und in den hieran sich knüpfenden offenen Briefwechsel zwischen Martius und Bergsma.

Dieses Protokoll der Nürnberger Naturforscherversammlung hatte zur Folge, daß Bergsma (1845), der durch seine Untersuchungen zu einer Bestätigung der Martiusschen Ansicht über die Rolle des *Fusisporium* gekommen war, sich brieflich an diesen wandte und von ihm Aufklärung erbat, wie es ihm möglich gewesen sei, das Nürnberger Protokoll mit zu unterschreiben. In der sowohl von Martius als auch von Bergsma veröffentlichten Antwort setzt Martius auseinander, daß die in Nürnberg vorgelegten kranken Kartoffeln augenscheinlich einer anderen Krank-



heit erlegen seien als der von ihm früher beschriebenen. Während die durch Fusicarium zerstörten Kartoffeln trockenfaul waren, hatten die späteren eine typische Naßfäule gezeigt, bei der das Innere der Kartoffel in einen übelriechenden Brei verändert war. Durch die Beobachtung Bergsmas, der mitteilt, Fusicarium auch auf dem Kraut gefunden zu haben, glaubt nun aber Martius berechtigt zu sein, beide Formen als eine Säftekrankheit des ganzen Gewächses aufzufassen, die „unter gewissen prädisponierenden Ursachen, namentlich den Einflüssen der Kultur, des Bodens und des Klimas, durch das Fusicarium Solani, als der krankmachenden Potenz hervorgebracht und je nach den Witterungs- und anderen äußeren Verhältnissen unter zwei Formen, nämlich der trockenen oder der nassen Fäule verlaufend“ zu denken wäre. Die Art des Angriffs des Fusicarium stellt sich Martius nicht als ein Heranwachsen des Pilzes in dem Pflanzenkörper vor, sondern er nimmt an, daß sich „ein mikroskopischer Schleim, der entweder die Keimkörner umgibt, oder in dem sie sich auflösen, wenn sie zu wirken anfangen“ sich in die Pflanze hineinsetzt und sich dann unter der Einwirkung der hierdurch veränderten Pflanzensäfte erst wieder von neuem zu einem Mycel gestaltet. An der Wirkung des Fusicarium als Parasiten hält aber Martius um so mehr fest als es inzwischen Küttinger (1846) in Erlangen gelungen war, durch Übertragung des Pilzes künstlich trockenfaule Kartoffeln zu erzeugen.

Während aus der Darstellung Bergsmas und dem Schreiben Martius' hervorgeht, daß dieser den Nachweis des Fusicarium auf dem Kraut annimmt, hat Morren (1845) den Nachweis der Phytophthora, die er zur Gattung Botrytis rechnet, erbracht. Das ganze Bild, welches er von der Krankheit entwirft, und die Beschreibung des Pilzes beweisen dies. Bei der Knollenfäule hat er allerdings kein reines Bild vor sich gehabt, das geht daraus hervor, daß er eine „gangrène humide“ beschreibt, die in dieser Form nur durch Bakterien hervorgebracht werden kann und diese ausdrücklich zu der von Martius' beschriebenen Trockenfäule setzt. Als Mittel gegen diese Krankheit empfiehlt er:

1. Abschneiden und Verbrennen der erkrankten Blätter,
2. Verbrennen der kranken Knollen, die man durch Schütteln der herausgenommenen Stöcke von den gesunden, hängenbleibenden, trennt,
3. Übergießen des Feldes mit einer Brühe aus 25 kg Kalk, 3 kg Salz, 100 kg Kupfervitriol in 125 l Wasser, um es wieder für den Kartoffelbau nutzbar zu machen.

Merkwürdigerweise stellt sich Kützing (1845) nicht auf den Standpunkt, daß die Fäule der Kartoffeln durch Pilze hervorgerufen wird, vielmehr sieht er die Ursache in übermäßiger Feuchtigkeit und zu gut gedüngten Böden. Seine Mitteilung ist aber deswegen erwähnenswert, weil er den Namen Zellenfäule einführt, der in der späteren Zeit vielfach falsch angewendet wurde. Er versteht darunter eine Erweichung des Zellgewebes unter Erhaltung der Stärke, die dicht unter der Schale beginnt und sich nach innen fortpflanzt. Zuletzt geht das Fleisch in eine schmierige, weiche, dunkelbraune, bisweilen violett gefärbte Masse von fauligem Geruch über. Die Erwähnung der Verfärbung und die Tatsache, daß er in der letzten Periode



einen feinen Fadenpilz erkennen konnte, zeigt wohl, daß neben den Bakterien, die diese „Zellenfäule“ verursachen, auch *Fusarium* vorhanden war.

Wie man sich einen solchen Einfluß der Feuchtigkeit und übermäßigen Ernährung dachte, erläutert Sauberg (1845). Nach ihm kann die Pflanze einen zu großen Saftzustrom durch die Atmung nicht genügend verarbeiten, dadurch tritt ein Stocken der Säfte und ein Zerreißen der Zellen ein.

Anhänger dieser Theorie von der Witterung sind auch Rüder (1845), Kreyßig (1849) u. a.

Auch Martius (1845) hat *Botrytis* an den Blättern der Pflanze gesehen und beschreibt sehr klar den Verlauf der Krautfäule und das Fortschreiten der Kartoffelfäule von kleinen Anfängen an, wie es für *Phytophthora* typisch ist. Er kann sich jedoch nicht entschließen, den Pilz als die Ursache anzusehen, ebensowenig hält er Insekten oder Degeneration für den Grund der Erkrankung. Da er beobachtet hat, daß bei trockenem Wetter Trockenfäule, bei feuchtem Naßfäule entsteht, so hält er beides für dieselbe Krankheit und empfiehlt möglichst früh reifende Sorten anzubauen, da er bei solchen die Krankheit sich weniger ausbreiten sah, und ferner erkranktes Laub abzuschneiden.

Aus diesen verschiedenen Schriften geht immerhin hervor, daß augenscheinlich *Phytophthora*-Erkrankung vorlag, darauf deuten außer der direkten Beobachtung des Pilzes die Angaben über die Zeit des Auftretens. Nebenher scheinen aber sehr verbreitet auch Bakterienerkrankungen wenigstens der Knollen gegangen zu sein. Besonders deutlich läßt sich dies aus folgender von Albert (1845) gegebenen Beschreibung ableiten.

1. Die Krankheit besteht darin, daß die Saatkartoffeln teilweise nicht auflaufen und die geernteten Früchte nachher während des Winters oder des Frühjahrs in eine trockene Fäulnis übergehen; selbst durch die beste Aufbewahrung konnte dieser Fäulnisprozeß nicht vermindert werden;
2. die durchschnittenen Saatkartoffeln litten in dieser Krankheit mehr als die ganzen;
3. je länger der Samen vor dem Pflanzen geschnitten war, desto nachteiliger war es, ein Umstand, der sonst durchaus nicht stattfand;
4. die angehackten und verletzten Kartoffeln gingen eher in diese Fäulnis über, als die unverletzten;
5. das Aufbewahren in großen Mieten zeigte sich nachteilig;
6. daß die Krankheit fortgepflanzt wird, ist bei mir zur absoluten Gewißheit geworden, und ich habe sogar höchst nachteilig gefunden, gesunde Kartoffeln da aufzubewahren, wo kranke gelegen.

Nur dadurch, daß man sich ganz gesunde Saatkartoffeln anschafft, kann diese Krankheit vermieden werden;

7. ist es durchaus nicht ratsam, Kartoffeln zur Saat zu nehmen, in denen sich im Frühjahr nur die geringste Spur von trockener Fäulnis, von Maden oder Fliegen bemerkbar macht.



In dieser Form hat sie der Verfasser schon seit 1838 beobachtet und es ist ihm dabei aufgefallen, daß die Fäulnis sich von der bisherigen, die in einem breiigen Zerfall der Kartoffel bestanden hatte, wesentlich unterschied. Da bei der Anwendung scheinbar gesunder Saat 36 % der Stücke ausblieben, legte Albert die Kartoffeln sieben Stunden lang in kaltes Wasser und schnitt dann die Kartoffeln unter gleichzeitiger Entfernung sämtlicher erkrankter Stellen. Es war zwar ein Erfolg durch diese Maßnahme zu verzeichnen, aber immerhin blieben noch 20 % der Stücke aus. Schon in diesem Jahre war die Krankheit verbreitet „am Rhein, im Mansfeldischen, Magdeburgischen, in Anhalt und vielen anderen Gegenden“. Als Ursache nimmt Albert Maden an, deren Zugehörigkeit bestimmt wurde zu *Oxytelus rugosus* Erichs. *Staphilin* *rugosus* Fali., *St. carinatus* Pars., *St. piceus* Ol. Er hält die Krankheit für so ansteckend, daß gesunde Kartoffeln erkranken, wenn sie dort aufbewahrt werden, wo kranke gelegen haben. Er empfiehlt daher, durchaus keine Kartoffeln zur Saat zu nehmen, in denen sich im Frühjahr nur die geringste Spur von trockener Fäulnis, von Maden oder Fliegen bemerkbar macht.

Lueder (1842) dagegen erkennt zwar ebenfalls an, daß die Krankheit ihren Ausgang von der Saatknohle nimmt, aber er sieht die eigentliche Ursache der Krankheit in einer Selbsterhitzung der Kartoffeln, die hervorgerufen wird durch ein zu langes Verbleiben der Kartoffeln in warmen Mieten. Diese Ansicht von der Selbsterhitzung der Kartoffel ist in neuester Zeit wieder durch Delbrück vertreten worden.

Ausdrücklich gegen die Insektentheorie verwahrt sich schon vor Albert Kalina (1842), der ebenso wie sein Landsmann Nahodil (1843) besonders auf den ungünstigen Einfluß des Zerschneidens des Saatgutes hinweist.

Dagegen finden wir nochmals bei Kunerscki (1845 nach Münter von Kuneroski), der seine Arbeit als „ein Schüler Thaers“ zeichnet, eine Verteidigung der Ansicht Alberts. Und ebenso will auch Borzenski (1848) Tiere verantwortlich machen. Allerdings ist das Tier, welches er beschreibt, augenscheinlich der Drahtwurm und es ist nicht ausgeschlossen, daß er auf den leichten Böden der von ihm bewirtschafteten Güter es tatsächlich mit einem besonders starken Auftreten des Drahtwurmes zu tun hatte. Freilich bleibt es fraglich, ob das Ausbleiben der Kartoffeln, um das es sich bei ihm hauptsächlich handelt, ausschließlich hierauf zurückgeführt werden kann.

Eine der bedeutendsten Arbeiten ist die von Harting (1846), der ein klares Bild der Krautfäule durch *Phytophthora* gibt, wobei er in Anlehnung an 8 analoge Beobachtungen von Unger (1833) bei anderen Pilzen ein Eindringen des Mycel durch die Spaltöffnungen für wahrscheinlich hält. Den von Libert *Botrytis vastatrix* und von Montagne *Botrytis infestans* benannten Pilz, gibt er den Namen *Botrytis Solani*. Ausführlicher behandelt er die Krankheit der Knollen, wobei er vier Stadien unterscheidet. Als erste Periode bezeichnet Harting das Auftreten einer braunen Substanz im Innern der Zellen, in der zweiten beginnen die Wände sich zu verändern, während der dritten verschwinden die Zellwände und es treten Höhlungen im Innern des Gewebes auf, als vierte Periode bezeichnet er das Auftreten von pflanzlichen oder tierischen Organismen, die in den Höhlungen sich an-



siedeln. Als hierbei häufiger vorkommende Formen werden beschrieben ein dem *Verticillium* nahestehender Pilz, den er *Spicaria Solani* nennt, drei weitere Arten rechnet er zu der Gattung *Fusisporium*. Er unterscheidet dabei von *Fusisporium Solani* v. Martius eine weiße und gelbe Varietät; weiter fand er *F. candidum* Link und eine von ihm als *F. didymum* bezeichnete Art. Außerdem beschreibt er als neue Pilze eine *Polyartis alba* und eine *Capillaria rosea*. Alle diese Arten kommen nur in den Höhlungen vor. Auf schon weiter zersetzten Kartoffeln beobachtete er einmal eine Form, die er als *Oidium violaceum* bezeichnet. Die von Unger als *Protomyces*, von Wallroth als *Erysibe subterranea* beschriebenen braunen unregelmäßigen Körper, denen man zuweilen in dem zerstörten Gewebe begegnet, erklärt Harting als Konglomerate der bereits erweiterten desorganisierten Zellsubstanz. Die Pilze betrachtet er, veranlaßt durch den negativen Verlauf seiner Infektionsversuche, ebensowenig, wie die von ihm häufig beobachteten Milben und Nematoden als Erreger der Krankheit. Auch einen Zusammenhang der Knollenerkrankung mit der Lauberkrankung hält er für ausgeschlossen. Die von ihm vorgenommenen chemischen Untersuchungen ergaben eine Verminderung des Eiweiß in den kranken Gewebeteilen, eine ammoniakalisch-alkalische Reaktion und ein Zurückgehen des Stärkegehaltes. Als wesentlichste Ursache der Epidemie sieht Harting die abnormen Witterungsverhältnisse an. Nach seinen Zusammenstellungen ist die relative Luftfeuchtigkeit im Jahre 1845 über das Mittel gestiegen und zwar besonders in den Monaten, in denen die Krankheit die wesentlichsten Fortschritte gemacht hat. Auch auf den Einfluß der Bodenverhältnisse weist er hin, indem er betont, daß schwerer und feuchter Boden bei ungünstiger Witterung die Krankheit mehr begünstigt als ein trockener und sandiger. Auch der verschiedenen Anfälligkeit der Sorten wendet er seine Aufmerksamkeit zu und gibt hierzu die Beobachtungen von van Rossum (1846) wieder.

Weitaus die meisten Beobachter der damaligen Zeit sehen die Ursache der Kartoffelkrankheit jedoch in Witterungsverhältnissen verschiedenster Art.

Gaudichaud (1846) hält das Schwarzwerden des Krautes einfach für eine Frostwirkung und auch Fraas (1847) ist der Ansicht, daß eine plötzliche Abkühlung des Bodens und kalte Strichregen die Hauptursache sind. Eine bessere Beobachtung zeigen dagegen die Arbeiten von Münter (1847), Ranzoni (1846) und Hlubek (1847), die den Einfluß warmer Gewitter und übermäßiger Nässe erkennen, freilich ohne dem teilweise auch von ihnen beobachteten Auftreten von Pilzen eine ausschlaggebende Bedeutung beizumessen. Daß auch die Ansicht von der Wirkung giftiger Miasmen oder giftigen Tauess, die in manchen Gegenden bis in die heutige Zeit bei der Erklärung von Pflanzenkrankheiten eine Rolle spielt, ihre Vertreter findet, kann nicht Wunder nehmen. Bei einzelnen, zum Beispiel Burggraf (1847) liegt dieser Ansicht offenbar das Gefühl für das Vorhandensein eines wirklichen Ansteckungstoffes zu Grunde, wenn er auch in seiner Körperlichkeit nicht erkannt wird. Dies geht aus der von ihm empfohlenen Behandlungsweise hervor, die darin besteht, sofort bei dem ersten Auftreten krankhafter Erscheinungen die Spitzen der Pflanzen, auch wenn sie noch gesund erscheinen, sofort abzuschneiden und mit ungelöschtem Kalk

zu bestreuen. Die einmal infizierten Felder aber vor dem Auslegen von Kartoffeln mit Asche aus Kalköfen oder gelöschtem Kalk zu behandeln. — Als Kuriosum sei hier erwähnt, daß auch die Anreicherung der Luft durch schweflige Säure, die durch den damals sich verbreitenden Gebrauch der Streichhölzer herbeigeführt werden sollte, als Grund für die Kartoffelkrankheit angeführt wird (Zuppinger 1847).

Manche Vertreter der Ansicht von den Witterungseinflüssen, wie zum Beispiel Schirm (1846), Riedel (1847), Anonymus (1848), denken sich diese in der Weise, daß die Zusammensetzung der Pflanze im allgemeinen verändert wird und dabei Störungen in der Saftzirkulation eintreten. Andere wie Olayfair (1847) nehmen eine unvollständige Ausbildung der Zellwände an.

Auf Grund chemischer Untersuchungen kommt Liebig (1846) zu dem Schlusse, daß in den kranken Kartoffeln die stickstoffhaltige Substanz in Form leicht zersetzbaren Kasëins vorhanden sei, während wieder Petzhold (1846), Janssen, Schacht (1846) und Focke (1846) dem Dominieren der Magnesiumsalze und Phosphate gegenüber den stickstoffhaltigen Substanzen die Hauptbedeutung beimessen. Dementsprechend empfehlen gleichzeitig unter Berufung auf die Beobachtung, daß an der Seeküste, soweit das Seewasser ins Land weht, die Krankheit nicht auftritt Focke (1846), Corda (1847) und Telbitt (1847) Salz oder andere mineralische Dünger als Gegenmittel. Kali- und Kalkmangel hält Plathner (1847) ebenso wie zu starke Düngung für schädlich.

In einer Mißhandlung der Kartoffeln durch zu hoch getriebene Kultur sehen Gebel (1847) und Jüttner (1847) die Ursache einer Verweichlichung der Pflanzen und auch andere Autoren z. B. Zerzog (1846) sprechen sich dahin aus, daß vielfach die Kartoffel auf ihr nicht zusagenden Böden gebaut würde und sie dadurch ihre Widerstandsfähigkeit immer mehr verlöre. Auch Plieninger (1847) glaubt an eine allmählich herangezüchtete Veränderung, nur denkt er sich dieselbe so, daß die Aufzehrung, der die Saatknolle naturgemäß unterliegt, schon gleich nach der Ernte beginne. Alle sind sich aber darin einig, daß durch Benutzung leichter Böden und zweckmäßigere Kultur sowie durch sorgfältige und luftige Aufbewahrung während des Winters die Krankheit eingedämmt werden könne.

Außer den allgemeinen Kulturmaßregeln wird auch wieder über die Nützlichkeit der Heranzucht neuer Rassen aus Samen (Anonymus 1847, Vogt 1847) und das Auslegen ganzer und geschnittener Kartoffeln sowie ausgestochener Keimaugen geschrieben (Engelbrecht 1847, v. Arnim 1847); Ockel (1848), der hierüber ausführliche Versuche macht, kommt jedoch zu dem Schluß, daß das einzig rationelle Verfahren in der Anwendung unzerschnittenen Saatgutes liegt.

Ein Verkürzen der Laubtriebe, nicht aber ein völliges Abmähen des Krautes, wie es auch vorgeschlagen wird (Dieckelmann 1846), empfiehlt Klotzsch (1848), um dadurch eine Vermehrung des Wurzelvermögens und eine „Hemmung der Blattmetamorphose“ herbeizuführen. Die Versuche, auf Grund deren er hierhin ein Heilmittel gegen die Krankheit gefunden zu haben glaubt, teilt er jedoch erst mit, nachdem das preußische Landesökonomiekollegium 1848 einen Vertrag mit ihm geschlossen hat, durch den ihm 2000 Taler gewährt werden sollen, falls sich seine Behauptung



bestätigt. Der Verlauf der in der Folge angestellten Versuche ergab jedoch ein so wenig günstiges Resultat, daß von einer Empfehlung dieses Verfahrens abgesehen wurde.

Daß trockene Aufbewahrung, wenn es auch kein Allheilmittel sei, doch eine wesentliche Beschränkung der Krankheit nach der Ernte herbeiführen könne, ist in den meisten der damaligen Arbeiten zum Ausdruck gekommen. Auch ist schon beobachtet worden, daß bei der Zersetzung der Kartoffeln in den Aufbewahrungsräumen Wärme entsteht. Deshalb empfiehlt Berendt (1846) eine Kontrolle der Mieten mit eigens von ihm zu diesem Zweck konstruierten Thermometern. Um dieselben einzuführen, sollen kleine Schornsteine aus vier Brettern in den First der Mieten eingelassen werden.

Unter diesen Verhältnissen war es natürlich, daß auch der möglichst raschen Verwertung der Kartoffeln besondere Aufmerksamkeit zugewandt wurde. Fütterungsversuche mit kranken Kartoffeln, wie sie beispielsweise Reuning (1846) im Auftrage des sächsischen Ministeriums ausführte, zeigten, daß derartige Kartoffeln als Beifutter ohne Schaden gegeben werden können. Auch das Trocknen der in Scheiben geschnittenen Kartoffeln wurde mehrfach empfohlen. Liebig (1846) gab dazu eine Vorschrift, nach der die Kartoffelscheiben 24—36 Stunden in 2—3prozent. Schwefelsäure gebracht, dann mit Wasser gewaschen und getrocknet werden. Farthmann (1847) läßt sie zunächst in Wasser von 35—45° R. zur Gärung kommen, wobei sie innerhalb 4—12 Stunden aufsteigen und wieder zu Boden sinken und trocknet sie dann nach zweimaligem gründlichen Auswaschen mit kalten Wasser.

Für alle diese Arbeiten kann es wohl im allgemeinen als sicher gelten, daß sie sich auf *Phytophthora*-Erkrankung, *Fusarium* und Bakterienfäule beziehen. Zweifellos waren aber auch noch andere Krankheiten damals vorhanden. Herberger (1846) erwähnt z. B., daß in der Pfalz das Kraut dicht über den Boden einen weißlichen Filzbezug hatte und daß ein ähnlicher Bezug an sämtlichen Knollen dieser Pflanzen zu finden war. Und da zuweilen dabei auch eine Fäulnis des Stengels und der untern Krautteile stattfand, scheint hier *Rhizoctonia* oder noch wahrscheinlicher ein *Fusarium* vorgelegen zu haben. Hierauf oder auf eine Bakterienkrankheit der Gefäße deutet auch eine Bemerkung, daß in zerschnittenen Kartoffeln gelbliches Fleisch und im Innern konzentrische Ringe, deren Farbe von gelblich bis schwärzlich variierten, vorhanden waren. Auch das spezifische Gewicht solcher Knollen war geringer als das der gesunden. Für die Ausgangsstelle der Krankheit hält in diesen Fällen der Verfasser die Augen und auch dies würde zum Bilde der *Fusarium*blattrollkrankheit oder Bakterienringkrankheit stimmen. Ob Rüder (1846) ähnliche Erscheinungen vor sich gehabt hat, die ihn veranlaßten, ein Anschneiden der Saatkartoffeln zur Erkennung des Gesundheitszustandes zu befürworten, läßt sich nicht genau nachweisen, doch scheint auch Focke (1846) ganz Ähnliches unter dem Namen Augenfäule zu verstehen. Einige Jahre später macht auch Goldenberg (1849) darauf aufmerksam, daß die in der Knolle steckende krankhafte Disposition sich verrät, und empfiehlt deshalb ebenfalls, die Kartoffel vor dem Auslegen durch Zerschneiden auf ihren Gesundheitszustand zu untersuchen.

Die um diese Zeit bekannten Krankheiten stellt Schinz (1846) wie folgt zusammen:

1. Mehltau, eine Folge von trockenem, heißen Wetter.
2. Fleck oder Rost, meist nur auf üppigen Pflanzen, wenn auf heiße Tage kalte Nächte folgen.
3. Brand oder Erdäpfelpest auf stark gedüngten Feldern nach Gewittern.
4. Kräuselkrankheit, eine Folge von schlechtem Saatgut.
5. Wurzeltod durch anhaltende Nässe oder Überschwemmung.
6. Trockenfäule infolge großer Hitze und Trockenheit.
7. Naßfäule auf stark gedüngten Feldern.
8. Kellerfäule bei unaufmerksamer Aufbewahrung. Dazu kommt noch der von mehreren Autoren angeführte Schorf, den Martius (1842) auf einen Pilz zurückführt, während Schulze 1846 ihn durch Salpetersäure und salpetersaure Salze veranlaßt glaubt. Neben vielen anderen weist auch Herberger (1846) auf den Schorf hin und ist einer der ersten, der die Bedeutung des Kalkes für die Schorfbildung erkannte.

Daß man in der Bekämpfung der Kartoffelkrankheiten auch in der Zeit der großen Epidemien der Jahre nach 1840 schon recht gute Ansichten hatte, geht aus einer Arbeit Richard's (1845), eines offenbar sehr belesenen und logisch denkenden Landwirtes, hervor. Die von ihm gegebenen Vorschriften sind heute noch nachahmenswert und mögen deshalb hier wiedergegeben werden. Er teilt die Mittel gegen die Kartoffelkrankheit — unter der, wie aus seinen Beschreibungen hervorgeht, der Zeit entsprechend die Phytophthorakrankheit, Fusarium- und Bakterienfäule zusammengefaßt ist — in zwei Gruppen, in die Behandlung der geernteten kranken Kartoffeln und in die Maßnahmen, die der Krankheit für die Zukunft vorbeugen sollen. In ersterer Beziehung empfiehlt er: 1. „Sorgfältiges Trocknen der aufzubewahrenden Kartoffeln“. 2. Genaue Absonderung der angegangenen Knollen von den gesunden, welches aber zu wiederholen notwendig ist, da sich bei vielen die Krankheit erst später äußerlich zeigt“. 3. „Zur Verhinderung der Fäule bewahre man die Kartoffeln an trockenen, luftigen Örtern auf“. 4. „Man verwende die Kartoffeln, wenn man deren Verderben befürchtet, zur Bereitung von Kartoffelmehl“ (Stärke, wobei die Hassensteinsche Schwefelsäure-Methode empfohlen wird). 5. „Die zur Viehfütterung bestimmten Kartoffeln, von denen man nur die gänzlich verdorbenen zu entfernen braucht, werden sehr zweckmäßig aufbewahrt, wenn man sie in Dampf kocht und dann in große Tonnen oder auch ausgedielte Gruben einstampft“.

Die Vorbeugungsmaßregeln teilt Richard ein in die Sorge für gesunde Saat und sorgfältige Kultur. Zu ersterer rechnet er: 1. „Man vermeide es, wenn irgend möglich, Kartoffeln von solchen zu pflanzen, die an der Seuche gelitten haben, sollten sie auch gesund scheinen und suche deshalb Saat aus Gegenden zu bekommen, wo die Seuche nicht gewesen ist“. 2. Ist man genötigt, von verdächtigen Kartoffeln zu pflanzen, so entferne man durch sorgfältiges Aussuchen alle diejenigen von der Saat, welche nur irgend fehlerhaft erscheinen und unterwerfe die gut befundenen noch einer Beize, wie man sie beim Saatweizen anwendet, um denselben vor Brand zu schützen. 3. Man pflanze nur völlig ausgewachsene und reif gewordene Kartoffeln. 4. Man pflanze nur ganze Kartoffeln und keine zerschnittenen oder



wohl gar nur Keime. 5. Zur Erhöhung der Lebenstätigkeit der Saatkartoffeln wechsele man mit denselben auf verschiedenen Bodenarten, von leichterem auf schwereres Land. 6. Man ziehe sich Saatkartoffeln aus Samen. 7. Bei erweitertem Anbau von Kartoffeln ziehe man die Saatkartoffeln abgesondert und verwende mehr Sorgfalt auf deren Kultur, als den Kartoffeln zum Verbräuche zu Teil werden kann. 8. Ganz besondere Vorsicht und Aufmerksamkeit wende man aber noch der Aufbewahrung der Saatkartoffeln zu und sehe dahin, daß sie a) sich nicht erhitzen b) nicht, wenn auch nur teilweise, faulen oder schimmeln und c) nicht durch zu starkes Keimen geschwächt werden. 9. Man verhüte die durch Ansteckung entstehende Fortpflanzung der Krankheit . . . ; wohin unter anderem gehört: a) daß man die Saatkartoffeln nicht mit kranken Kartoffeln in Berührung oder an Plätze bringt, wo kranke Kartoffeln gelegen haben; b) daß man das Kartoffelkraut verbrenne, damit nicht durch dasselbe der Krankheitsstoff verschleppt werde und c) daß man es vermeidet, auf dasselbe Stück Land, worauf Kartoffeln gebaut gewesen, im nächsten Jahre solche wieder zu pflanzen. 10. Winterbau der Kartoffel“.

Aber auch der Kultur muß nach Richard mehr Fleiß und Sorgfalt gewidmet werden, wobei er folgende Punkte besonders zur Berücksichtigung empfiehlt: „1. Gute Zubereitung des Kartoffellandes. 2. Das Pflanzen geschehe lieber früh als spät, richte sich aber nach der Beschaffenheit des Bodens in Rücksicht seiner Trockenheit oder Nässe, seiner Kälte oder Wärme usw. 3. Die jungen Kartoffelpflanzen müssen durchaus frei von Unkraut gehalten werden. 4. Man pflanze die Kartoffeln nicht zu eng. 5. Man beachte eine zweckmäßige Fruchtfolge. 6. Das Abschneiden des grünen Krautes ist durchaus zu verwerfen. 7. Über den Nutzen, den das Abbrechen der Blütenknospen hat, wird gestritten. 8. Das Einern der Kartoffeln geschehe nicht vor ihrer völligen Reife“.

Wenn man absieht von dem Winterbau der Kartoffel und den Punkt 7 des letzten Absatzes wegläßt, da man inzwischen zur Gewißheit gekommen ist, daß das Blühen mit der Krankheit nicht im Zusammenhange steht, so sind auch heute noch diese Vorschriften als vollgültig zu betrachten.

Eine umfangreiche Zusammenfassung besonders landwirtschaftlicher Erfahrungen hat dann im Auftrage des Kgl. Preuß. Landesökonomie-Koll. Münter (1847) gegeben. Nachdem er selbst (1846) seine persönlichen auf Grund umfangreicher Untersuchung gewonnenen Ansichten in einer besonderen Schrift (1845) niedergelegt hatte. Wie aus dem Vorwort zu seinen „Materialien“ hervorgeht, war beabsichtigt nochmals eine umfangreiche Gesamtdarstellung herauszugeben, die jedoch nicht zum Abschluß gekommen zu sein scheint. Es mag dazu beigetragen haben, daß gegen das Jahr 1850 hin die Krankheit mehr und mehr zurückging.

Auch wirtschaftlich ist um diese Zeit eine gewisse Beruhigung wieder eingetreten. Dieses spiegelt sich in dem Seltenerwerden der Arbeiten wider. Ein Zeichen wie wenig aber damals die Literatur allgemein Beachtung gefunden hatte, ist darin zu sehen, daß immer wieder dieselben Fragen behandelt werden und die Autoren die oft gehörten Annahmen wiederholen. Es gehören dahin die Arbeiten von Dietrich (1850), Kreyßig (1850), Bergmann (1851), Schilde (1852), Geißler (1852),

Protz (1854), Vorster (1854), Riecke (1856) u. a. Es kommen aber auch noch einige Arbeiten die Bemerkenswertes enthalten in Betracht.

Auffallend ist das Hervortreten der Ansicht, die SaatknoUe in erster Linie schützen zu müssen. Wie Pabst schon 1846 empfohlen hatte, jede einzelne derselben beim Auslegen in einen wollenen Lappen zu hüllen, will Dietrich (1850) ihr eine Unterlage von Häcksel, Laub oder Nadeln, von Lengerke (1852) eine solche von Moor, v. d. Trappen (1852) eine solche von Kalk und Bolus geben. Chatel (1854) endlich empfiehlt dazu ein Gemisch von Kalk, Salz und frischem Urin und hat außer der Kräftigung des Wachstums dabei das Abtöten eventuell anhaftender Sporen im Auge.

Wie schwer sich die Pilztheorie selbst bei Botanikern Eingang verschaffen konnte, zeigt am besten die Stellung, die Schleiden (1850) in der ganzen Frage einnahm. Er hält nicht nur nicht die Pilze für die Ursache der Krankheit, sondern glaubt nicht einmal an eine Ansteckungsmöglichkeit. Er glaubt dies herleiten zu müssen aus der Tatsache, daß man an ein und demselben Stock nicht selten ganz gesunde neben ganz verdorbenen Knollen findet und daß am Ende des Winters oft inmitten eines Haufens verfaulter Kartoffeln völlig gesunde vorhanden sind. Ebenso glaubt er nicht an die Möglichkeit einer Ansteckung der Knollen vom Kraute her, da seiner Ansicht nach die Krankheitserscheinungen an ihnen in der Regel früher oder doch wenigstens ebenso früh als am Kraute auftreten und auch heftig erkrankte Knollen bei vollständig gesundem Kraute vorkommen sollen. Als zweite besonders zu berücksichtigende Tatsache nimmt er an, daß keine einzige Kartoffelsorte überall verschont geblieben ist, daß keine einzige Bodenart überall vor dem Eintritt der Krankheit geschützt hat, daß keine einzige Lage des Grundstücks mit einziger Ausnahme des Küstenstriches der Nordsee in den letzten Jahren ausschließlich gesunde Kartoffeln gebracht hat, daß keine Kulturmethode, nämlich weder die Anzucht aus Samen noch aus ganzen oder zerschnittenen Kartoffeln, noch aus ausgestochenen Augen die Heftigkeit der Krankheit hat mildern können, daß auch kein Unterschied zu erkennen war, in welcher Tracht beim Fruchtwechsel die Kartoffel gebaut wurde. In letzter Beziehung glaubte er jedoch beobachtet zu haben, daß die Krankheiten dort am spätesten und anfänglich am mildesten aufgetreten seien, wo die Kartoffeln, wenigstens im großen, niemals in frischem Dünger gebaut wurden. Hieraus und aus den Aschenanalysen Petzholdts glaubt er augenscheinlich unter dem Einfluß der Liebig'schen Theorie schließen zu müssen, daß die Krankheit durch eine einseitige Überdüngung mit phosphorsauren Salzen hervorgerufen werde. Hieraus leitet er ab, daß man der Kartoffel einen ganz anderen Platz in der Fruchtfolge, nämlich nicht nach einer frischen Düngung anweisen müsse, um sie wieder einigermaßen widerstandsfähig zu bekommen.

Auch Jessen (1852), der den durch die Vermittlung der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher vom Fürsten Demidoff ausgesetzten Preis mit seiner Arbeit über die Lebensdauer der Gewächse errang, bekennt sich nicht zu der Pilztheorie. Aus seinen Darlegungen, die bezüglich der Kartoffelkrankheit im wesentlichen aus einer Zusammenstellung der Literatur bestehen, geht vielmehr hervor, daß er ein Abbauen für die eigentliche Grundursache hält.



Direkt gegen die Pilztheorie wendet sich Schacht (1856), der im Jahre 1854 im Auftrage des Preußischen Ministeriums für landwirtschaftliche Angelegenheiten Untersuchungen über die Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten anstellte. Die von ihm als Kräuselkrankheit kurz beschriebene und farbig abgebildete Krankheit ist ganz augenscheinlich das, was wir heute Blattrollkrankheit nennen. Darauf deutet sowohl die Rollung des Blattes als auch die charakteristisch bläulich-rote Färbung derselben hin, die ihren Sitz hauptsächlich in den Pallisadenzellen hat. Daß es ihm nicht gelang, einen Pilz aufzufinden, liegt wohl hauptsächlich daran, daß er ihn in dem verfärbten Blattgewebe suchte, während er in den Gefäßbündeln des Stengels vorhanden ist. Die Phytophthora, die er ebenfalls in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat, hält er deswegen nicht für die Ursache der Krautfäule, weil es ihm weder gelungen ist, den Pilz außerhalb der bereits verfärbten kranken Stellen zu finden noch Sporen auf frischen Blättern zur Keimung zu bringen. Sehr wohl ist ihm aber der spezifische Geruch erkrankter Felder bekannt und es ist kein Zweifel, daß er Phytophthora vor sich gehabt hat. Auch an den Knollen hat er sicher die durch diesen Pilz herbeigeführten Veränderungen gesehen, aber auch ihn machte wie so viele schon das spätere Auftreten des Fusarium und der Bakterien in der richtigen Deutung irre. Es ist ihm vielmehr zweifellos, daß die Kartoffelkrankheit ihren Grund in einer Erkältung des Krautes habe. Auch die Kräuselkrankheit schreibt er übrigens dieser selben Ursache zu.

Von ganz besonderem Interesse muß es sein, die Stellungnahme Julius Kühns (1859) zu der Frage der Kartoffelkrankheiten kennen zu lernen, wie er sie in seinen „Krankheiten der Kulturgewächse“ niedergelegt hat. Es kommt dabei nicht nur in Betracht, daß wir in Kühn einen der Väter der wissenschaftlichen Pflanzenpathologie zu sehen haben, sondern auch, daß die Bearbeitung seines Werkes in die Zeit der großen Epidemien der vierziger Jahre des neunzehnten Jahrhunderts fällt. Kühn behandelt als einzelne Kapitel: die Kräuselkrankheit, die Trockenfäule, die Blattkrankheit und den Schorf oder Grind.

Als Kräuselkrankheit faßt er eine Erscheinung auf, die ausgezeichnet ist durch glasigen Stengel, stark gekräuselte und gekrümmte Blätter mit einem Fleckigwerden der befallenen Teile. Mycel oder der Einfluß eines anderen Parasiten ist dabei nicht nachweisbar und da sich die Krankheit gewöhnlich bei besonders vollaftigen Pflanzen fand, sieht er die Ursache in einer übermäßig gesteigerten Entwicklung. Daraus leitet er die Möglichkeit ab, daß man „in einer rationellen, die gleichmäßige, normale Ausbildung der Kartoffelpflanze ab Zweckenden Kultur das geeignetste Mittel zur Verhütung der Kräusel-Krankheit zu suchen“ hat. Kühn hält diese Krankheit für dieselbe, die die Epidemien am Ende des achtzehnten Jahrhunderts hervorgerufen hat, nimmt aber außerdem an, daß sie auch Schacht vor sich gehabt habe, dessen Erklärung er jedoch für unhaltbar ansieht. Er selbst hatte Gelegenheit, sie in geringer Ausdehnung bei Bunzlau (Schlesien) zu beobachten.

Für die Trockenfäule finden wir bei Kühn eine ausgezeichnete Beschreibung, die klar erkennen läßt, daß sie nicht zu Phytophthora gehört. Es ist vielmehr eine Zerstörung, die im wesentlichen von Innen nach Außen erfolgt. Die Krankheit

tritt immer erst nach der Ernte auf, nimmt während des Winters allmählich zu und ergreift im Frühjahr selbst noch die schon in den Acker gebrachten Saatkartoffeln. Das Innere wird dabei lederig und, falls nicht Nässe zutritt, lassen sich die endlich mumifizierten Knollen leicht zerbröckeln. Dabei finden sich im Fleisch häufig mit Mycel ausgekleidete Höhlungen. Kühn nimmt an, daß diese Erscheinung die eigentliche Epidemie der Jahre 1830—1842 darstellt und daß sie dann durch die Zellenfäule abgelöst wurde, die besonders in den Jahren 1845 und 1846 herrschte. An eine Entstehung durch Parasiten glaubt er nicht, es scheint ihm vielmehr die damals weit verbreitete Ansicht, daß sie die Folge der Erhitzung der Kartoffeln an ihren Aufbewahrungsorten sei und daß die Eingangspforten die absterbenden Augen darböten, vieles für sich zu haben. Deshalb wird besonders auf eine nicht zu warme Aufbewahrung und auf eine Verwendung von Dunstkanälen bei den Mieten hingewiesen.

Als Zellenfäule spricht Kühn die Erscheinung an, die mit dunkel verfärbten Flecken der Schale beginnt und später zu einer Mumifizierung von außen nach innen oder zu einem breiigen Zerfall führt. Im ersten Falle nennt er sie eine trockene, im letzteren eine nasse. Er sagt zwar ausdrücklich, daß „die Blattdürre im Jahre 1845 gleichzeitig mit der Zellenfäule auftrat und sich seitdem wie diese in jedem Jahre wiederholte,“ aber trotzdem hält er sie für zwei ganz verschiedene Krankheiten. Bestärkt wird er dann durch Beobachtungen von Lenné (1855), der durch dreijährige Beobachtung von 173 Sorten festgestellt hatte, daß zwar sehr häufig beide Erscheinungen zusammen auftreten, daß dies aber durchaus nicht immer der Fall ist, sondern daß auch Blattkrankheit und Zellenfäule getrennt vorkommen können.

Für die Blattdürre selbst sieht Kühn die Ursache in *Phytophthora infestans* und gibt sehr ausführliche Beschreibungen über das Auftreten und Aussehen der kranken Pflanzen, wie auch über den Pilz, dessen einfach keimende Konidien ihm bekannt sind, während die Zoosporenbildung erst später entdeckt wurde.

Als Schorferreger spricht Kühn, den von ihm *Rhizoctonia Solani* benannten Pilz an und erkennt als begünstigende Umstände für sein Auftreten Nässe, stickstoff- und alkalireiche Düngemittel, sowie einen Gehalt des Bodens an noch nicht durch Verwitterung in Oxyd umgewandeltes Eisenoxydul.

Überblicken wir die Arbeiten der zweiten Periode nochmals und suchen wir uns klar zu werden, welche Krankheiten die große Epidemie hervorgerufen haben, so geht als sicher daraus hervor, daß es nicht eine einzelne Krankheit gewesen sein kann, sondern daß einerseits Mischinfektionen durch verschiedene Krankheitserreger zusammengewirkt haben, um das Gesamtbild in seinen verschiedenen Variationen hervorzubringen, andererseits aber auch verschiedene Krankheiten nebeneinander hergegangen sein müssen. Als feststehend kann wohl angenommen werden, daß *Phytophthora infestans* als Erreger sowohl der vorgenannten Krautfäule als auch der Knollenfäule aufgetreten ist, daß aber neben diesem Pilz auch Fusarien und Bakterien bei der Zerstörung der Knollen beteiligt waren. Wie weit in den einzelnen Jahren der eine oder der andere dieser Organismen in dem Vordergrund stand, läßt sich jetzt nicht mehr mit Bestimmtheit erkennen. Weiter erscheint aber auch sicher, daß Krankheiten vom Typus der Bakterienringkrankheit und der Blattrollkrankheit



damals auftraten. Darauf deutet die häufig angeführte Tatsache der Übertragung durch das Saatgut, die Nachrichten über das schlechte Auflaufen ganz gesund aussehender Knollen und die dann und wann wiederkehrende Beobachtung des Faulens der geernteten Kartoffeln von innen heraus hin.

### Dritter Zeitabschnitt.

Wenn schon nach den frühen Beobachtungen für viele sicher stand, daß *Phytophthora* (*Botrytis*) *infestans* bei der Fäule der Kartoffeln wesentlich beteiligt ist, so ist doch eigentlich Speerschneider (1857) als derjenige zu betrachten, der durch seine Versuche (1857) einen Beweis hierfür erbrachte und von neuem die Aufmerksamkeit auf diesen Pilz lenkte. Es gelang ihm durch Impfen mit Stückchen aus kranken Kartoffelblättern typische Trockenfäule zu erzeugen, und daraus zieht er nun folgende Schlüsse:

1. daß die Erkrankung der Knolle mit der Erkrankung des Krautes der Kartoffelpflanzen im engsten Zusammenhang steht;
2. daß die Erkrankung der Knollen durch den Pilz des Krautes, der dorthin seine Sporen gelangen läßt, verursacht wird;
3. daß die Erkrankung der Knollen darin besteht, daß die Schläuche der genannten keimenden Sporen in das Parenchym eindringen, die Zellen dieses teils vielfach mechanisch teils auch durch chemischen Einfluß in ihrer Ernährung beeinträchtigen und zerstören. Die Pilzfäden müssen demnach Ursache, nicht Folge der Erkrankung sein;
4. daß dieses Eindringen der Sporenschläuche nur an jungen, zartschaligen Knollen oder bei älteren nur an wunden, von der dicken Schale entblößten Stellen stattfinden kann;
5. daß Trockenheit die Erkrankung aufhält, selbst verhütet, Feuchtigkeit und Nässe dagegen dieselbe begünstigt;
6. daß, weil aus *Peronospora devastatrix* *Fusisporium solani* hervorgeht, beide nur ihrer Gestalt nach verschiedene Formen eines und desselben Pilzes sind.

Die Schwäche dieser Arbeit besteht darin, daß Speerschneider *Fusisporium* mit in den Formenkreis der *Phytophthora* zieht und deshalb ist auch Wehmer (1898) der Überzeugung, daß Speerschneider gar keine *Phytophthora*-Infektion sondern eine *Fusarium*-Infektion vor sich gehabt hat. Ich kann mich dieser Überzeugung nicht anschließen, sondern halte den Speerschneider'schen Versuch für einen Beweis für die Infektiosität der *Phytophthora* für die Knollen und zwar, weil der Versuch in der Anordnung Speerschneider's häufig gelingt, auf die Dauer aber kaum von einer *Fusarium*nachinfektion frei zu halten ist.

Anschließend an diese Arbeit beschäftigt sich von Holle (1858) mit der *Phytophthora*. Er findet den Pilz an den Blättern, Früchten, Stengeln und Knollen. Während er aus den oberirdischen Organen ihn heranwachsen sah, bleibt ihm sein Vorkommen an den Knollen ziemlich unklar; bezüglich der Morphologie des Pilzes selbst schreibt er, daß häufig im Mycel Querwände auftreten und zwar um so mehr,

je feuchter der Pilz wächst. An den Konidien-Trägern bilden sich nach Holle Verzweigungen erster und zweiter Ordnung, während Caspary (1857) nur solche erster Ordnung angenommen hat. Von der Zugehörigkeit des *Fusisporium* zu *Phytophthora* ist Holle nicht überzeugt, dagegen hält er es für möglich, daß ein Pilz, den er der Gattung *Stemphylium* zugehörig erachtet, der aber wahrscheinlich *Alternaria* beziehungsweise *Macrosporium* ist, in den Formenkreis gehört. Die Verquickung dieser beiden Pilze ist dadurch besonders auffällig, daß er die *Alternaria*-flecke ausdrücklich und sehr deutlich beschreibt; freilich erkennt er den Pilz nicht als die Ursache.

Auch auf die Bedeutung der Lentizellenwucherungen als Eingangspforten weist von Holle ebenso wie Caspary (1857) dies für Schorf tut, hin.

Die erste dieser Veröffentlichungen war die direkte Veranlassung dazu, daß das Königl. Preuß. Ministerium die landwirtschaftliche Akademien und Versuchsanstalten aufforderte, sich gemeinsam dieser Frage zuzuwenden. In dem ersten hierauf bezüglichen Ministerialzirkular vom 21. Juni 1862 werden folgende sechs Versuchsvorschläge gemacht:

1. Wiederholung der Versuche von Speerschneider, die Kartoffelfäule durch Aussaat der Sporen des Blattpilzes (*Peronospora devastatrix*) auf gesunde Knollen zu übertragen.
2. Die Infizierungsversuche von Speerschneider, mit verschiedenen Kartoffelsorten unter sorgfältiger Berücksichtigung der Dicke der Schale und der Ausbildung der Korkschicht anzustellen.
3. Durch eine genaue vergleichende und mikroskopische Untersuchung für jede geprüfte Sorte die Zeit zu bestimmen, wann relativ zur Entwicklung der ganzen Pflanze die Verkorkung der Schale eintritt und ihren höchsten Grad erreicht.
4. Eine Reihe von Untersuchungen, mit verschiedenen der Pilzwucherung schädlichen Substanzen zur Prüfung der Frage, welche im großen leichter ausführbaren Mittel die Tötung der Sporen herbeiführen könnten.
5. Genaue Beobachtung über die Dauer der Zeit, binnen welcher die Sporen unter natürlichen Bedingungen isoliert oder mit Ackererde gemischt bei trockener und feuchter Aufbewahrung ihre Entwicklungsfähigkeit behalten.
6. Versuche über den Einfluß des Entlaubens der Kartoffelpflanze auf die Entwicklung der Knolle.

Die Arbeiten, die hierauf an den verschiedenen Versuchsstationen in Angriff genommen wurden, erstrecken sich auf die Jahre 1862—1869; ihr Ergebnisse sind niedergelegt in den Berichten der Zentralkommission für das agrikulturchemische Versuchswesen und von Pringsheim bzw. Karsten bearbeitet. Als völlig gelöst wird die Aufgabe 1 betrachtet und die Zusammengehörigkeit der Blatt- und Knollenkrankheit, sowie die Tatsache, daß der Kartoffelpilz die Ursache der Naßfäule ist, als vollkommen gesichert hingestellt. Ebenso erscheint den Berichterstattern die Überwinterung des Pilzmycels in der infizierten Knolle ausreichend festgestellt, nicht dagegen die Art der Verbreitung des Pilzes von den kranken Knollen aus. Bei der Bearbeitung des zweiten und dritten Vorschlages hat sich überall gezeigt, daß



die Empfänglichkeit der Sorten eine verschiedene ist und daß wahrscheinlich die Beschaffenheit der Korkschicht hiermit im Zusammenhang steht, die Fragen selbst werden aber noch nicht als endgültig gelöst betrachtet. Die Bemühungen, durch geeignete Desinfektionsmittel der Krankheit entgegen zu wirken, wie sie die Versuchsvorschläge vier und fünf vorschreiben, haben zu keinem günstigen Ergebnis geführt. Das Mycel des Pilzes in der Knolle durch Beizen zu töten, ohne die Entwicklung der Knolle zu hindern, wurde als unmöglich erkannt; auch ein Schwefeln der ergriffenen Blätter war unwirksam. Die zahlreichen Versuche, die Sporen auf ihrem Wege von den Blättern zu den Knollen durch Mischen des Bodens mit geeigneten Desinfektionsmitteln, hat sich für die Praxis als undurchführbar erwiesen. Eine Entlaubung der befallenen Pflanzen hat sich als unzweckmäßig herausgestellt.

Es wird von der Kommission schließlich empfohlen, folgende Untersuchungen noch anzustellen:

- „1. Die vergleichenden Versuche über die Infizierung der Knollen verschiedener Sorten mit besonderer Berücksichtigung der Korkschale weiter fortzuführen.
2. Durch Kulturversuche festzustellen, ob krankes Saatgut auch unter Bedingungen, die jede Infizierung des oberirdischen Krautes von außen ausschließen, kranke Pflanzen erzeugt.
3. Den Einfluß des Entlaubens nach völligem Absterben des Krautes auf die Entwicklung und den Gesundheitszustand der Knolle genauer zu bestimmen.“

Bezüglich der ersten Frage kommt Reeß (siehe auch diesen 1872) zu der Ansicht, daß weniger der Bau der Korkschale als vielmehr die Glätte oder Rauigkeit der Schale und die flache oder vertiefte Lage der Augen von Bedeutung für die Infektion ist, eine Ansicht, die früher schon Bretschneider (siehe auch diesen 1872) geäußert hatte. Nach letzterem ist aber auch die Ausbildung des Laubes der verschiedenen Sorten ein wesentliches Moment. Die Versuche mit krankem Saatgut ergaben sämtlich ein negatives Resultat, denn es wurden aus allen ausgelegten kranken Kartoffeln gesunde Pflanzen erzogen. Bezüglich der dritten glaubt der Referent Pringsheim, daß die Versuche noch eine fernere Aufmerksamkeit verdienen, hierzu führt er hauptsächlich die Tatsache an, daß in einzelnen Fällen die sehr spät entkrauteten Pflanzen ein größeres Gesamtgewicht der Ernte bei geringerem spezifischen Gewicht ergaben.

Die Kenntnis, die wir heute von *Phytophthora infestans* haben, verdanken wir im wesentlichen de Bary (1861). Er war es, der den Pilz entwicklungsgeschichtlich untersuchte und dadurch endgültig bewies, daß weder *Fusarium* noch ein anderer Pilz in den Formenkreis der *Phytophthora* gehört. De Bary beschreibt eingehend die Entwicklung der Konidien und Zoosporangien und die Infektion der Blätter und oberirdischen Teile. Auch für die Knolle erkennt er die *Phytophthora*-Infektion an, ohne jedoch dabei das Eindringen des Pilzes mikroskopisch zu verfolgen.

Wundinfektionen, sowie das Eingraben mit Sporangien besäeter Knollen führten zu Veränderungen, die genau der beginnenden Fäulnis auf dem Felde gleichen. Auch konnte er in jeder erkrankten Kartoffel das charakteristische Mycel der *Phytophthora* nachweisen. Eine Ansteckung unversehrter Kartoffeln hält de Bary für nicht wahr-

scheinlich; dem von ihm angeführten Versuch mit den eingegrabenen Kartoffeln nach müßte man dann annehmen, daß die Wunden an den Kartoffeln eine sehr häufige Erscheinung sind.

Da die Sporangien den Winter nicht zu überdauern vermögen und Oosporen nicht aufgefunden wurden, nimmt de Bary an, daß die Überwinterung des Pilzes durch das Mycel der kranken Knollen erfolge. Kommen diese kranken Knollen im Frühjahr mit aufs Feld, so wächst das Mycel in der ganzen Pflanze empor, erzeugt auf der Oberfläche des ergriffenen Organs reichlich Sporangien, die dann den Ausgangspunkt einer neuen Epidemie bilden können. Später, 1875, geht er von dieser Ansicht ab und hält es für möglich, daß bei *Phytophthora* in ähnlicher Weise wie bei den Rostpilzen ein Generationswechsel stattfindet.

De Bary erkennt auch, daß die Zeit des Auftretens der Krankheit wesentlich ist für den Schaden, den sie an den Knollen anzurichten vermag und daß die verschiedenen Kartoffelsorten sich dem Pilz gegenüber verschieden verhalten. Die Möglichkeit einer Bekämpfung, die de Bary in dem Fernhalten des Pilzes von Kartoffelkulturen sieht, glaubt er durchführen zu können durch sorgfältigste Auswahl des Saatgutes. Nicht zum Ziele würde aber natürlich sein Vorschlag führen, nach welchem man durch allmähliche Heranzucht phytophthorafreier Saatzuchtbeete zu völlig gesundem Saatgut gelangen soll. Bei der außerordentlichen Verbreitungsfähigkeit der Konidien und Sporangien von *Phytophthora infestans* muß es ganz unmöglich erscheinen, irgend ein Feldstück in einer Kartoffelbau treibenden Gegend während einer Epidemie freizuhalten.

Die von dem Mycel der Knollen ausgehende Überwinterung der *Phytophthora* hält auch Kühn (1862) für wahrscheinlich und stützt diese Ansicht (1870) durch ausführlichere Darstellungen, in die er auch das Umsichgreifen der Krankheit in Keller und Mieten einbezieht.

Dies konnte aber nicht davon abhalten, weiter nach den vielleicht vorhandenen Oosporen zu suchen, die W. G. Smith (1875) gefunden zu haben glaubt. De Bary weist jedoch schon 1876 nach, daß diese Oosporen nicht zu *Phytophthora*, sondern zu einem *Pythium* gehören. Ebensowenig hatte Smorawski (1890) Glück mit dem Nachweis der Oosporen. Zwar gehören die von ihm beobachteten Auftreibungen des Mycels zu *Phytophthora*, aber das Bild, welches er von den Oosporen selbst gibt, ist „nach dem Gedächtnis gezeichnet“ und hat daher keinerlei wissenschaftliche Beweiskraft.

Rees (1872), der ebenfalls vergeblich nach den Oosporen gesucht hat, glaubt daher an die Möglichkeit, daß die *Phytophthora infestans* auch auf andere Pflanzen wie die Kartoffeln übergehe und dort ihre Oosporen bilde.

Die Theorie von der Überwinterung des Mycels in der Knolle und die dadurch hervorgerufene Übertragung der Krankheit durch das Saatgut gab Anlaß zu Versuchen, durch Beizmittel den Pilz zu zerstören, ohne die Keimfähigkeit der Knollen zu vermindern. Kühn (1862) führte derartige Versuche mit Kupfervitriollösung aus, ohne jedoch einen Erfolg damit zu erzielen. Kleemann (1863) ließ die Saatkartoffeln sechs Wochen lang in Gips oder schwach gebranntem „schwefelsauren Dachkalk“ liegen und hatte damit den Erfolg, daß die Ernte aus diesen Knollen vollständig ge-



sund blieb, während die aus ungegipster Saat stark erkrankte. Allerdings konnte er dadurch das Kraut nicht gesund erhalten. Diese beobachtete Wirkung könnte zwar auf einer für den Pilz ungünstigen Beeinflussung des Bodens liegen, ebenso gut könnte sie aber auch als eine Düngerwirkung aufgefaßt werden.

Auch andere Mittel hat man zur Abtötung des Pilzes heranzuziehen versucht. So teilt Bönninghausen (1861) mit, daß Kampfer, Terpentin und Kreosot den Pilz zum Absterben brachten, und Karsten (1867) machte Versuche mit Quecksilberchlorid, arsensaurem Kali, Kupfervitriol, Eisenvitriol, Ätzkalk, Schwefel und Gips. Irgendwelche Erfolge, die zu einer allgemeinen Einführung eines dieser Mittel als Beizmittel führten, waren nicht zu verzeichnen.

Besonders durch die Erklärung Liebig's (1864) von dem Zustandekommen der Kartoffelkrankheit veranlaßt, wurden verschiedene Düngungsversuche ausgeführt, die dann häufig mit Ertragsversuchen verbunden wurden. Wenn auch in einzelnen Fällen, wie beispielsweise von Karmrodt (1865) günstige Erfolge mit Düngemitteln — in diesem Falle mit stickstoffhaltigem Superphosphat — erzielt wurden, so hat sich doch im allgemeinen ergeben, daß eine direkte Einwirkung auf die Ausbreitung der Krankheit auf diesem Wege nicht zu erzielen ist.

Auch durch Maßnahmen der Kultur der Krankheit beizukommen und vor allen Dingen die Pilze von den Knollen fernzuhalten, wurde in dieser Zeit vielfach versucht. Während einige dies durch besonders tiefes Legen der Saatkartoffeln erreichen wollten, empfahl Graf Pinto (1855) grade das Gegenteil. Nach seinen vergleichenden Versuchen haben diejenigen Kartoffeln den größten Ertrag und die größte Widerstandsfähigkeit gegen Krankheit gezeigt, die auf das flache Feld aufgelegt und erst nach dem Keimen mit Erde bedeckt wurden.

Das größte Aufsehen aber erregte Gülich (1868) durch die Bekanntgabe des nach ihm benannten Verfahrens. Dasselbe besteht in folgendem:

Das Land wird im Herbst tief gepflügt, abgeeggt und auf  $2 \times 4$  Fuß über Kreuz markiert; die Markierlinien werden mit dem Häufelpflug nachgezogen. Bei Frost wird der Dung aufs Feld gefahren und eine gute Dunggabel voll in jeden Kreuzungspunkt geworfen. Vor dem Legen wird der Boden mit dem Kultivator gelockert, der Dünger etwas auseinandergezogen und darüber ein kleiner Erdhügel aufgeworfen. In diesen Hügel wird eine große Kartoffel gedrückt, das Nabelende nach oben die Keimaugen nach unten, und mit einer 2—3 Zoll dicken Erdschicht bedeckt. Sobald die Kartoffeln handhoch im Kranz aufgegangen sind, geht der Kultivator nach beiden Seiten zwischen den Kartoffeln durch, das Unkraut wird nicht abgehackt, sondern mit Erde bedeckt und eine Hacke voll Erde auf die Kartoffel in den Kranz getan. Kurz vor der Blüte wird das Feld nochmals mit Kultivator und Häufelpflug bearbeitet und die Erde mit der Hacke an den Stock herangezogen. Die Stengel werden jeder einzeln am Erdhaufen heruntergebogen und mit Erde bedeckt.

Diesem Verfahren liegt die Überlegung zu Grunde, durch das seitliche Abbiegen des Krautes und den möglichsten Schutz der heranwachsenden Kartoffel durch Erde den Konidien und Sporangien der *Phytophthora* die Möglichkeit der Infektion zu

nehmen und gleichzeitig durch Ableitung des Tagwassers eine zu große Feuchtigkeit zu vermeiden. In der Folge hat dieses Verfahren von den verschiedensten Seiten eine Nachprüfung erfahren, so durch Hagedorn (1869), Thiel (1869), Schuhmacher (1870), Gröling (1870), Werner, Wollny und Heimann (1871), Nobbe (1871), Kühn (1872).

Wenn auch unter diesen Autoren die Stimmen nicht fehlen, die dem Gülich'schen Verfahren das Wort reden, so konnte sich doch trotzdem das Verfahren nicht einbürgern, da es bei dem immer mehr sich ausbreitenden Kartoffelbau und den immer größer werdenden Ansprüchen an die Ausnutzung des Bodens zuviel Arbeitskraft und Flächenraum erfordert, um noch rentabel zu erscheinen.

Wie vor Gülich schon Beyer (1854), so hat auch später wieder Jensen (1882) ähnliche Kulturmaßnahmen empfohlen, ohne jedoch dauernden Erfolg zu erzielen.

Auf Grund des de Bary'schen Nachweises, daß dem Faulen der Knollen die Erkrankung des Krautes vorhergeht, lebte auch wieder die früher empfohlene Maßnahme auf, das Kraut bei Beginn der Erkrankung abzuschneiden, zum Beispiel bei Hoffmann (1863), Birnbaum (1865). Dagegen weisen entsprechend der inzwischen weiter fortgeschrittenen naturwissenschaftlichen Denkungsweise andere Autoren, wie Nobbe (1864) und Hellriegel (1873), auf das Unzweckmäßige dieses Verfahrens hin und begründen es ausführlich durch Mitteilung ihrer Versuche.

Außerordentlich zahlreich sind die Arbeiten, die sich mit der Bespritzung des Kartoffelkrautes mit Kupferpräparaten als Mittel gegen *Phytophthora infestans* befassen. Von den älteren Arbeiten ist besonders die von Girard (1890), Masters (1892) Brown (1893), Ehrensperger (1890), Petermann (1891), Strobel (1891), Gravenstein (1892) und andere mehr zu nennen. Im allgemeinen gehen dieselben darauf hinaus, nachzuweisen, daß eine Bespritzung mit Kupfervitriol-Kalk-Brühe im stande ist, die *Phytophthora infestans* fernzuhalten. Wie bei dem analogen Bespritzen der Weinstöcke ist es auch hierbei nötig, daß die Bespritzung nicht zu spät erfolgt, und darin einerseits sowie in der in vielen Gegenden sehr unbeständig auftretenden Krankheit andererseits ist es begründet, daß die Einführung des Bespritzens trotz der dringenden Empfehlung in besonderen Broschüren (Gravenstein, 1892) und der landwirtschaftlichen Fachpresse nicht die erwarteten Fortschritte gemacht hat. Außer dem Kostenpunkt, der bei den Kartoffeln vielmehr in Betracht zu ziehen ist als beim Wein, sind hieran zweifellos die mancherorts aufgetretenen Mißerfolge schuld. Ob diese letzteren auf eine falsche Anwendung der Kupfervitriol-Kalk-Brühe oder auf eine allem Anschein nach vorhandene verschiedene Reaktionsfähigkeit der Kartoffelsorten zurückzuführen ist, bleibt noch zu erforschen. Aus der amerikanischen Literatur sowohl als auch aus meinen eigenen Beobachtungen geht hervor, daß es Kartoffelsorten gibt, die auch bei frühzeitiger und wiederholter Bespritzung gar nicht oder nur wenig auf eine Bespritzung reagieren.

Auch die Frage, ob es sich bei der Bespritzung lediglich um eine Wirkung des Kupfers auf die Fortpflanzungsorgane des Pilzes handelt, oder ob die eigenartigen Veränderungen, die das Chlorophyll der bespritzten Kartoffelpflanze erleidet, das Wesentlichste bei der Wirkung der Kupfervitriol-Kalk-Brühe sind, ist zur Zeit noch



unentschieden. Während zum Beispiel Frank und Krüger (1894) im Anschluß an Rumm (1893) diese Wirkung sich als Reizwirkung denken, sieht Schander (1905) in der durch die Auflagerung der Kupferkalksalze entstehenden Beschattung das Wesentlichste. Ewert (1905) endlich glaubt das längere Grünbleiben bespritzter Pflanzen auf die Abtötung von Enzymen durch das Kupfer zurückführen zu müssen. Auf die Frage der Wirkung der Kupfervitriol-Kalk-Brühe näher einzugehen, ist hier nicht der Ort. Über den Stand der Frage gibt die Arbeit von Aderhold (1905) nähere Auskunft.

Unter diesen Umständen ist es verständlich, daß sich die Aufmerksamkeit auch der Frage der Widerstandsfähigkeit verschiedener Sorten zugewandt hat. Eine Zusammenstellung hierüber hat Jones (1905) gegeben. Es muß aber hervorgehoben werden, daß die bisherigen Erfahrungen sich vielfach widersprechen und vor allem noch alle gründlichen Arbeiten über die eigentlichen Ursachen der sogenannten Praedisposition fehlen.

Die von de Bary schon begründete und nach den verschiedenen Richtungen hin ausgebauten Lehre von der Bedeutung der Phytophthora hat sich allgemeine Geltung verschafft. Nur Wehmer hat (1898) sich nicht auf den Standpunkt gestellt, daß der Pilz die ihm zugeschriebene große Rolle bei der Fäulnis der Kartoffel spiele. Er versuchte es daher, diese Frage durch exakte Experimente nachzuprüfen. Zu diesem Zwecke stellte er im Jahre 1896, das eine feuchte Spätsommerwitterung hatte, eine Reihe von Versuchen an, die darauf hinausliefen, Knollen mit und ohne Erde durch übergedecktes Phytophthora-krankes Kraut bei ausgiebiger Benetzung mit Wasser zu infizieren. Weitere Versuche waren so angeordnet, daß auf verschiedene Weise angeschnittene Knollen mit Phytophthora-kranken Blättern in Berührung kamen, endlich wurde auch durch Übertragen von Mycel-flocken mit Sporen versucht, eine Infektion herbeizuführen. In keinem der zahlreichen Einzelversuche gelang es, ganz einwandfrei das Bild zu erhalten, das als das der Phytophthorafäule gilt, vielmehr trat meist Fusarium oder Bakterien als Zerstörer der Knollen auf. Auch der mikroskopische Hyphennachweis wie der kulturelle Nachweis des Pilzes gelang in den meisten Fällen nicht, sondern nur in einem einzigen Falle war es dem Verfasser möglich, auf beide Arten „ein augenfälliges positives Ergebnis“ zu erhalten. Besonders hinzuweisen ist auf die Tatsache, daß fast überall sofort Fusarium auftrat.

Bei dem Ausfall seiner Versuche einerseits und der Tatsache andererseits, daß Phytophthora infestans auf verletzten Kartoffeln einige Zeit — bis sie von Fusarium oder Bakterien (die beide alkalische Reaktion hervorrufen!) unterdrückt wird — wächst und dabei auch unverletzte Zellen zum Absterben bringt, schließt Wehmer, „daß die augenblicklich gültige Ansicht, derzufolge der Krautfäulepilz auch die Erkrankung der Knollen (wie sie allgemein unter dem Bilde des partiellen Braunwerdens von Fleisch und Schale verbreitet und bekannt ist) veranlasse, jedenfalls durch direkte Versuche nicht leicht zu beweisen ist.“ Damit leugnet Wehmer also nicht, wie häufig fälschlich behauptet wird, die Möglichkeit einer Phytophthora-Infektion der Knolle.

Kurz nach dieser Arbeit Wehmer's veröffentlicht Hecke (1898) Untersuchungen

über *Phytophthora infestans* und beweist durch einwandfreie Versuche, daß dieser Pilz sehr wohl im stande ist, Kartoffeln anzugreifen.

Besonders verdanken wir diesem Forscher ausführliche Untersuchungen über die künstliche Kultur, die Keimung der Konidien, das Eindringen des Pilzes in die Kartoffelpflanze und seine Verbreitung. Dagegen ist es auch ihm nicht gelungen, den fehlenden Schlußstein — die Überwinterung — in das Gebäude des Lebens dieses Pilzes einzusetzen, und zwar hat er weder Oosporen auffinden können, noch gelang es ihm durch Auspflanzen *Phytophthora*-kranker Knollen kranke Stauden zu erziehen. Wohl aber erhielt er nach dem Ausgraben kranker Knollen eine spontane Masseninfektion seiner Kulturen, die er darauf zurückführte, daß sich unterirdisch Sporangien gebildet hatten, die ans Tageslicht gekommen, das plötzliche Auftreten der Krankheit verursachten. Er hält es daher für nicht unwahrscheinlich, daß auch bei dem natürlichen Auftreten die erste Infektion in ähnlicher Weise verläuft und zwar hält er es für wohl möglich, daß Insekten, die einen Teil ihrer Entwicklung in der Erde durchmachen, dabei eine Rolle spielen. Es müßte dann allerdings das Erscheinen der Insekten an der Erdoberfläche zusammenfallen mit einer feucht-warmen Witterung des Hochsommers, die zu einer Ausbreitung der *Phytophthora* unbedingt nötig ist. Auch die von Brefeld (1883) in Erwägung gezogene Möglichkeit, daß der Pilz nur bei saprophytischer Ernährung im vegetativen Zustand den Winter im Boden zu überdauern vermöge, hält Hecke nicht für ausgeschlossen. Die diesem letzteren Gedanken zu grunde liegende Annahme eines ähnlichen Verhaltens der Brandpilze ist jedoch in neuester Zeit von v. Tubeuf<sup>1)</sup>, Appel und Gaßner<sup>2)</sup>, wenigstens für unsere klimatischen Verhältnisse, als nicht zutreffend nachgewiesen worden, und auch für *Phytophthora* scheint es mir bei der großen Empfindlichkeit des Mycel und der Zoosporangien kaum wahrscheinlich, daß eine Überwinterung in dieser Form bei uns möglich ist. Bezüglich der Bekämpfung steht Hecke auf dem Standpunkt, daß keins der bisherigen Mittel allein ausreichend sei, sondern daß vielmehr genaue Auswahl des Saatgutes, Spritzen mit fungiciden Mitteln und verständige Sortenauswahl zusammen angewendet werden müßten, um einigermaßen Erfolg gegen die Krankheit zu erreichen.

Nach Hecke hat sich nur noch Prunet (1902) eingehender mit der Biologie der *Phytophthora* befaßt, ohne indes wesentlich Neues beibringen zu können. Immerhin gibt seine Arbeit einen guten Überblick über das, was wir bis jetzt von dem Pilz wissen. Aus beiden Arbeiten erhält man aber den Eindruck, daß es nötig ist, die Biologie des Pilzes noch weiter auszubauen und daß dabei für unser Klima wenigstens die Überwinterungsfrage dringend der Lösung bedarf.

Das häufige Auftreten von *Fusarium* bei seinen Versuchen mit *Phytophthora* veranlaßte nun Wehmer (1898) direkte Untersuchungen darüber anzustellen, wie weit gesunde Kartoffeln durch Übertragung des Pilzes anzustecken seien. Er kommt dabei zu dem Schluß, daß die von ihm als *Fusarium solani* bezeichnete Form von Wunden

<sup>1)</sup> Studien über die Brandkrankheiten des Getreides. Arb. aus der Biol. Abt. a. Kais. Gesundh. Amt. Bd. 2.

<sup>2)</sup> Der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den Flugbrandarten des Getreides. Mitteil. a. d. Kais. Biolog. Anstalt. Heft III. 1907.



oder Schnittflächen aus gesunde Knollen leicht angreift und fast regelmäßig zur völligen Zerstörung der Kartoffel führt, gleichgültig ob dieselben trocken oder feucht gelagert werden. Bei alleiniger Tätigkeit des *Fusariums* werden die Zellen durch das sowohl intercellular wie intracellular wachsende Mycel unter Braunfärbung getötet und es bleiben als Rest fast nur die von einem dichten Hyphengeflecht umgebenen Stärkekörner nebst geringen Geweberesten in Form einer zundrigen braunen Masse übrig. Bei feuchter Lagerung beteiligen sich an der Zersetzung regelmäßig Bakterien, die je nach ihrer Art den Zersetzungsprozeß verschieden beeinflussen.

Frank, der schon 1897 eine Zusammenstellung über die Ursache der Kartoffelfäule gab, stellt sich dann 1898 bezüglich der *Phytophthora* auf den Hecke'schen Standpunkt, bezüglich des *Fusariums* auf den von Wehmer vertretenen. Weiter aber führt er *Rhizoctonia solani* und einen von ihm *Phellomyces sclerotiophorus* genannten Pilz als Zerstörer gesunder Kartoffelknollen an. Als charakteristisch für die *Rhizoctonia*fäule bezeichnet er die Lösung der Stärkekörner. Dieses soll jedoch nicht der Tätigkeit des Pilzes allein zuzuschreiben sein, sondern nur unter Mitwirkung der lebenden Pflanze vor sich gehen. Dies schließt er daraus, daß *Rhizoctonia* weder im stande ist, durch Kochen gequollene Stärke noch diese in durch Alkohol abgetöteten Kartoffeln zu lösen.

Neuerdings haben sowohl Paddock (1902) wie Rolfs (1902) sich mit diesem Pilz, der seit Kühn als Erreger des sogenannten Grindes der Kartoffeln bekannt ist, sich näher beschäftigt, und nachgewiesen, daß er die Mycel- und Sclerotienform von *Corticium vagum* B. et C. var. *solani* Burt. darstellt. Diese Beobachtungen sind neuerdings wieder von Güssow (1906) bestätigt worden, der die Nomenclatur in dem angegebenen Sinn richtig stellt.

Außerdem glaubt letzterer aber, daß *Rhizoctonia solani* nicht verschieden sei von *Rhizoctonia violacea* und will deshalb den ersteren Namen gestrichen wissen. Vergleicht man hierzu das außerordentlich verbreitete und im allgemeinen harmlose Auftreten der *Rhizoctonia solani* auf den Knollen und hält dagegen die schweren Schädigungen, die Rolfs beschreibt und das Vorkommen auf vielen anderen Pflanzen, von dem Duggar und Stewart (1901) berichten, so wird man sich doch fragen müssen, ob hier nicht verschiedene Formen vorliegen, ganz abgesehen von dem manchmal auch an Kartoffeln schwer schädigenden Auftreten der *Rhizoctonia violacea*, wie es beispielsweise Hiltner (1906) beschreibt.

Der von Frank gleichfalls als Erreger einer Kartoffelfäule aufgestellte *Phellomyces sclerotiophorus* soll nach diesem Forscher die Stärke nicht lösen, dagegen das Gewebe in eine im wesentlichen aus Stärkekörnern und Pilzfäden bestehende Masse verwandeln. Wie der vorige, so war auch dieser Pilz bis vor kurzem bezüglich seiner systematischen Stellung unbekannt, bis es Appel und Laubert (1905) gelang, den Nachweis zu führen, daß er zu *Spondylocadium atrovirens* Harz gehört. Ob er tatsächlich als Fäulniserreger angesprochen werden darf, ist noch zweifelhaft.

Bezüglich der Bakterienfäule stellt sich Frank auf den Standpunkt, daß diese Frage noch nicht als abgeschlossen zu betrachten ist und stellt als einen in dieser Richtung pathogenen Organismus den *Micrococcus phytophthorus* auf, von dem er

gleichzeitig annimmt, daß er der Erreger der Schwarzbeinigkeit oder Stengelfäule sei. Die von Kühn (1888) beschriebene Nematodenfäule erhält auch Frank aufrecht. Das Buntwerden oder die Eisenfleckigkeit hält er ebenso wie später Bubak (1902) für nicht parasitär; beide können aber eine Ursache hierfür nicht angeben. Ganz ausdrücklich weist Frank darauf hin, daß sehr häufig Kombinationen sämtlicher Knollenerkrankungen vorkommen.

Verhältnismäßig spät erst ist eine Krankheit erkannt worden, die höchst wahrscheinlich schon seit langen Jahren existiert — die Stengelfäule der Kartoffel mit ihrer spezifischen Abart der Schwarzbeinigkeit. Es mag dies mit daran liegen, daß die Erreger dieser Krankheit Bakterien sind und unsere Kenntnisse der Bakterienkrankheiten der Pflanzen erst der allerneuesten Zeit angehören. Auch ist das Auftreten dieser Krankheiten augenscheinlich sehr abhängig von den Witterungsverhältnissen und dadurch ist es bedingt, daß oft in einer ganzen Reihe von Jahren die Krankheit nur vereinzelte Stöcke befällt und damit nicht die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich lenkt. Die ersten, die eine derartige Krankheit beschrieben, waren Prillieux und Delacroix (1890). Sie fanden als Erreger ein Stäbchen, *Bacillus caulivorus*, welches Gelatine verflüssigt und sie zum Fluoreszieren bringt. Vermutlich gehört auch hierher eine Krankheitserscheinung, die zuerst E. F. Smith für Tomaten 1896 beschrieb, die aber aller Wahrscheinlichkeit nach auch auf Kartoffeln vorkommt und auf *Bacillus solanacearum* zurückgeführt wird.

Die Beschreibung einer Epidemie bei St. Petersburg durch Iwanoff (1898) läßt es ihrem ganzen Verlauf nach als zweifellos erscheinen, daß ebenfalls eine Bakterienkrankheit vorhanden war. Daß es ihm nicht gelang, mit Reinkulturen Infektionen zu erhalten, lag wohl hauptsächlich daran, daß er aus schon zerstörtem Gewebe die Bakterien isolierte. Bei dem weichen Gewebe der Kartoffel aber und dem raschen Zerfall, dem es durch die Angriffe der Bakterien unterliegt, treten saprophytische Bakterien stets so rasch auf, daß es nur in der äußersten Zone der erkrankten Teile gelingt, den pathogenen Organismus zu isolieren. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, kann auch der von Frank versuchte Nachweis, daß sein *Micrococcus phytophthorus* die Ursache der von ihm untersuchten Schwarzbeinigkeit sei, nicht als beweisend angesehen werden. Frank hat zwar durch Überimpfen kranken Gewebes die Krankheit auf gesunde Stengel übertragen können, mit Reinkulturen ist ihm aber der Nachweis nicht gelungen.

1902 hat dann van Hall gelegentlich seiner allgemeinen Arbeiten über bakterielle Pflanzenkrankheiten einen Bazillus, den er *B. atrosepticus* nennt, als den Erreger der Schwarzbeinigkeit gefunden. Aus der von van Hall sehr eingehend untersuchten Biologie ist für die Bedeutung dieses Organismus und die Beurteilung seines Vorkommens wichtig, daß er zu intensiver Wirksamkeit im allgemeinen Temperaturen von über 20° C. bedarf.

Die letzte ausführliche Arbeit rührt von Appel (1903) her, der ein Kurzstäbchen, das er *Bacillus phytophthorus* nennt, für die Schwarzbeinigkeit verantwortlich macht. Wenn es auch wahrscheinlich ist, daß mehrere nahe verwandte Bakterien ähnliche Erscheinungen hervorrufen können, so ist doch für Deutschland



in den letzten Jahren *Bacillus phytophthorus* der verbreitetste dieser Organismen und auch in Frankreich ist sein Vorkommen durch Delacroix (1906) nachgewiesen worden. Daß bei der Verbreitung dieser Krankheit neben krankem Saatgut Tiere hauptsächlich mitwirken, ist besonders hervorzuheben. Vor allem gilt dies für die Larven von *Eumerus lunulatus*, deren Fraßstellen in feuchten Jahren fast ausnahmslos zur Schwarzbeinigkeit führen, in trockenen Jahren aber nur eine lokale Beschädigung ohne Verfärbung der umliegenden Gewebe hervorrufen (Appel 1905). Übrigens ist der *Bacillus phytophthorus* nicht auf die Kartoffel allein angewiesen, sondern er verursacht ganz ähnliche Erscheinungen auch an den Tomaten, Lupinen und Gurken, bei welch letzteren jedoch keine Schwärzung des Gewebes eintritt. Außerdem bringt er Möhren und Teltower Rübchen leicht zum Faulen.

Mit der Schwarzbeinigkeit im engsten Zusammenhang steht die Bakterienfäule der Knollen, wenigstens kann für Deutschland bekundet werden, daß weitaus die größten Verluste, die in feuchtwarmen Jahren auf dem Felde und während des Winters in den Mieten entstehen, auf *Bacillus phytophthorus* und seine Verwandten zurückzuführen sind. Außer dieser Art sind es aber zweifellos noch eine Reihe anderer Bakterien, die in ganz ähnlicher Weise auftreten. Charakterisiert ist diese Bakterienfäule immer dadurch, daß der Zerfall bei begünstigenden Außenumständen innerhalb weniger Tage eintritt, eine Schnelligkeit der Zerstörung, wie sie keiner der bisher bekannten Kartoffelpilze auch nur annähernd zu erreichen vermag. Dabei besteht die Zerstörung eigentlich nur aus einer Maceration des Gewebes, ohne daß Stärke oder Cellulose gelöst würde. Sorauer glaubte daher empfehlen zu sollen, bakterienfaule Kartoffeln zunächst sich selbst zu überlassen und nach Beendigung des Fäulnisprozesses die fast reine Stärke zu verwerten. Jedoch hat sich gezeigt, daß eine derartige Verwertung nicht rationell ist, abgesehen von den technischen Schwierigkeiten schon deswegen, weil die durch Bakterien angegriffenen Kartoffeln einen guten Nährboden für alle möglichen Saprophyten abgeben, und dadurch gewöhnlich allgemeine Fäulnis entsteht.

Abgesehen von den noch auf ganz vagen Ansichten ruhenden Angaben über die Beteiligung der Bakterien an der Kartoffelzersetzung, wie sie sich bei älteren Autoren findet, ist Hallier (1875) der erste, der auf ihre Bedeutung hinweist. Auch hat er bereits Übertragungen mit Erfolg ausgeführt und dadurch binnen wenigen Tagen Kartoffeln in eine faulige Masse verwandelt. Dagegen hat er noch keine klare Anschauung über das Wesen dieser Bakterien gehabt, vielmehr glaubt er an einen genetischen Zusammenhang zwischen Pilzen der verschiedenen Art und Bakterien. Die nächsten, die sich ausführlicher mit der Zersetzung der Kartoffel durch Bakterien befaßten, sind Reinke und Berthold (1879). Sie halten zwei verschiedene Bakterienarten für fähig Naßfäule zu erzeugen, deren eine sie für identisch mit *Bacillus subtilis* Cohn halten, während sie die andere *Bacterium navicola* nennen. Bei ihren Impfungen, die sie mit der an Bakterien reichen Flüssigkeit naßfauler Kartoffeln in Wunden ausführten, beobachteten sie, daß sonst gesunde Kartoffeln bei Liegen in trockener Umgebung durch Korkbildung sich gegen ein Umsichgreifen der Bakterien zu schützen vermochten, während sie bei feuchter Lagerung rasch einer allgemeinen Zersetzung anheim fielen. Auch fanden sie, daß

die unverletzten Korkschalen einen vollkommen sichern Schutz gegen eine Infektion bieten, kleine Wunden und durch *Phytophthora* erkrankte Stellen jedoch eine Zersetzung durch Bakterien erleichtern.

Die von ihnen beobachteten Pilze *Hypomyces* (*Fusisporium*) *solani*, *Nectria solani*, *Chaetomium bostrychodes* und *crispatum*, *Stysanus stemonites* und *capitatus*, *Pistillaria pusilla* und *Verticillium cinnabarinum* halten sie für Saprophyten, die sich wohl an der Zersetzung kranker Kartoffelknollen beteiligen, aber nicht imstande sind, gesunde Knollen krank zu machen.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Kenntnis der Bakterienkrankheiten bringt Kramer (1890).

Der von Kramer aus naßfaulen Kartoffeln isolierte Bazillus, dem später Migula den Namen *Bacillus solaniperda* beilegte, nimmt nach dessen Untersuchungen seinen Weg durch die Lentizellen und greift zuerst die löslichen Kohlehydrate, vor allen Dingen den Zucker an, um dann die Intercellularsubstanz zu zerstören und so die Zellen durch Isolierung abzutöten. Cellulose und Stärke werden nicht angegriffen. Die Versuche, mit denen Kramer den Beweis lieferte, daß sein Bazillus tatsächlich der Krankheitserreger sei, stellte er in der Weise an, daß er Kartoffeln, die vorher mit Sublimat äußerlich sterilisiert worden waren, in einen dextroshaltigen Kartoffelauszug brachte und die Flüssigkeit impfte. Diese nicht ganz einwandfreie Anordnung des Infektionsversuches und die Tatsache, daß der *Bacillus solaniperda* noch nicht wieder als Fäulniserreger der Kartoffeln untersucht worden ist, lassen eine Nachuntersuchung wünschenswert erscheinen.

Als nächster hat Frank eine Bakterienfäulnis der Kartoffel beschrieben und diese, wie die Schwarzbeinigkeit, auf denselben *Micrococcus phytophthorus* zurückgeführt. Aber auch die Frage, wie weit ein *Micrococcus* selbständig eine Kartoffelfäulnis hervorzurufen vermag, ist noch nicht endgültig gelöst. Dasselbe gilt für die von Roze (1897) aufgestellten *Micrococcus*arten, die Flecke im Fleisch und andere krankhafte Erscheinungen hervorrufen sollen. Im Anschluß an seine Versuche mit *Phytophthora* und *Fusarium* wendet sich Wehmer auch der Frage zu, ob Bakterien imstande seien, Kartoffeln ohne weiteres anzugreifen. Hierbei kommt er auf Grund seiner Versuche zu der Überzeugung, daß es „offenbar keine bakterielle Erkrankungen gesunder Knollen“ gäbe. Nach ihm können Bakterien nur dann die Kartoffeln angreifen, wenn diese vorher schon in ihrer Lebensfunktion geschädigt sind. Die Versuche, die ihn zu dieser Auffassung führten, waren in der verschiedensten Art angestellt. Die Bakterien aber, die er hierzu heranzog, waren nicht spontan gefaulten Knollen entnommen, sondern es waren zunächst gesunde Kartoffeln unter Wasser zum Faulen gebracht worden und die hierbei auftretenden Organismen wurden zur Impfung verwendet. Hierdurch erklärt es sich, daß Wehmer keinen eigentlich pathogenen Organismus hatte und daß bei allen seinen Versuchen die Bakterien erst dann angriffen, wenn ein Ersticken der Knollen oder einzelner Teile eingetreten war. Besonders seine Versuche, bei denen er ganze oder zerschnittene Kartoffeln mit ihrem unteren Teil in Wasser legte, und dann die Schalen offen oder bedeckt stehen ließ, brachten ihn zu der Überzeugung, daß die auf dem Feld auf-



tretende Gefahr einer Zersetzung der Kartoffeln in gleichem Maße abnimmt, wie sich die Wasserbedeckung der Knollen verringert und die Temperatur sinkt. Als Bakterien, denen bei dieser Art der Zersetzung in erster Linie eine Rolle zufällt, sind nach Wehmer ein ansehnliches schlankes Stäbchen, das er für vielleicht identisch mit Winogradsky's Flachsrotbazillus hält und als *Bazillus II* bezeichnet und *Amylobacter navicula*, dem er hauptsächlich die Wandauflösung zuschreibt. Außerdem führt er noch einige saprogene und saprophile Arten an. Durch diese Auffassung der Verhältnisse kommt Wehmer zu folgenden praktisch wichtigen Krankheitsbildern:

1. Fleckigwerden; alsbald nach Luftzutritt zu den unter Wasser abgestorbenen Gewebsteilen (Braunfäule).
2. Trockene Fäule; beim Aufbewahren der fleckigen Knollen an freier Luft.
3. Nasse Fäule; von den toten Partien ausgehende bakterielle Zersetzung.

Nunmehr hat auch Harrison (1906) aus Californien ein Bakterium beschrieben, das ganz analoge Erscheinungen wie die bei uns bekannten hervorruft, und so kann wohl mit Recht angenommen werden, daß die Bakterienfäulnis der Kartoffel, deren charakteristisches Merkmal die Lösung der Mittellamellen des ergriffenen Gewebes ist, durch verschiedene Bakterienarten verursacht werden kann.

Wie bei der Schwarzbeinigkeit die Larven der Mondfliege, so sind auch bei der Bakterienfäule der Knollen häufig Tiere als Überträger tätig. Die größeren das Fleisch der Kartoffel verzehrenden Tiere scheinen dabei weniger in Betracht zu kommen als die kleinen, welche von der Substanz der Kartoffel mehr zerstören als sie zu fressen vermögen. Wenigstens deuten darauf die immer wiederkehrenden Hinweise von der glatten Vernarbung der durch größere Tiere wie Erdräupen, Drahtwürmer u. a. m. verursachten Wunden. Dem gegenüber haben Appel und Börner (1905) nachgewiesen, daß es bei Milbenfraß nicht zu einem Wundverschluß kommt, daß hier vielmehr die zerstörte mehliges Zellschubstanz die Übertragung von Fäulnisbakterien erleichtert. Ganz dasselbe scheint auch für die Nematoden (Kühn 1888) und möglicherweise für die Springschwänze (Appel und Börner 1905) zu gelten.

Die bei dem raschen Verlauf der Bakterienfäule besonders hervortretende Verschiedenartigkeit einzelner Kartoffelsorten veranlaßte Laurent Versuche darüber anzustellen, welche Umstände die Widerstandsfähigkeit der Kartoffel erhöhen bzw. erniedrigen. Bezüglich der Düngung fand er dabei, daß starke Gaben von Kalk und Kochsalz die Widerstandsfähigkeit herabsetzen. Kalisalze und Phosphate dagegen sie erhöhen. Die ebenfalls von Laurent behauptete Möglichkeit durch Einlegen angeschnittener roher Kartoffeln in schwach alkalische Lösungen die Widerstandsfähigkeit herabzusetzen, bedarf noch sehr der Nachprüfung. Bezeichnend für die ganze Auffassung der Frage durch Laurent ist es, daß er bei diesen Versuchen mit *Bacillus coli communis* und *Bacillus fluorescenz putidus* arbeitete und dann Lepoutre (1902) veranlaßte, ähnliche Versuche mit *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *Bacillus mycoides* und *Bacillus mesentericus* zu machen. Wie schon Kramer, so hat auch Lepoutre festgestellt, daß der Zucker in erster Linie den Bakterien zur Ernährung dient. Daraus schließt letzterer nun, daß im Frühjahr während die Augen

austreiben, eine geringere Empfindlichkeit der Knolle vorhanden sei, weil aller entstehende Zucker sofort wieder verbraucht werde. Auch Henneberg (1906) neigt auf Grund zahlreicher Analysen dieser Ansicht von der Bedeutung des Zuckers zu. Für die genannten Bakterien, die nur unter ganz besonderen Umständen überhaupt die Kartoffel anzugreifen vermögen, mag dies zutreffend sein, es ist aber sicher nicht der Fall bei *Bacillus phytophthorus*, bei dem auch austreibende Knollen und die Triebe selbst in gleicher Weise zerstört werden, wie die ruhenden Knollen.

Auch van Hall (1902) machte Untersuchungen darüber, wie weit besondere Einflüsse im stande sind, sonst harmlose Bakterien zu Fäulniseregern zu machen. Er fand dabei, daß die Wärme von ganz besonderer Wirkung sei und daß bei 30° C. *Bacillus subtilis*, bei 23° C. *Bacillus vulgatus* anfangen, pathogene Eigenschaften zu zeigen.

Neben den Bakterienkrankheiten, die vom Orte ihres Eindringens aus einen Zerfall der umliegenden Gewebe herbeiführen, haben wir noch eine Gruppe, die mindestens ebenso wichtig aber noch weniger bekannt ist als jene. Es sind dies diejenigen Bakterien, die in den Stengel einzudringen vermögen, dort aber keine lokalen Fäulniserscheinungen hervorrufen, sondern in die Gefäße einwandern und durch Verstopfung und Veränderung derselben die Pflanze ganz allmählich zu Grunde richten. Diese Schädigung geht oft so langsam vor sich, daß in dem Jahre des ersten Befalles die Ernte in ihrer Masse und äußeren Beschaffenheit kaum verändert erscheint, nur der Stärkegehalt ist meist von Anfang an etwas herabgedrückt. Ebenso aber wie die Gefäße der oberirdischen Teile sind auch die der Knollen verändert und enthalten den Krankheitskeim für das nächste Jahr. In diesem ist die Pflanze schon wesentlich mehr geschädigt, ihre Stengel bleiben kleiner, die Blätter werden kürzer und oft kraus und der Stock geht, häufig bevor seine Knollen entwickelt sind, zu Grunde. Kommt es überhaupt noch zu einer Ernte, so erwächst aus den überwinterten, an sich schon kleinen Kartoffeln, kein tragfähiger Stock mehr.

Vergleichen wir dies Bild mit den Beschreibungen von den großen Epidemien am Ende des 18. Jahrhunderts, so kann gar kein Zweifel bestehen, daß damals eine ganz ähnliche Krankheit aufgetreten ist. Auch in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts ist sie wahrscheinlich mehrfach vorhanden gewesen, nur läßt sich dies nicht so deutlich nachweisen, weil es trotz der massenhaften Schriften aus dieser Zeit nur sehr wenige eingehende Beschreibungen der den Betrachtungen zu Grunde liegenden Krankheitsbilder gibt. Daß sie auch in neuerer Zeit vorkam, dafür sind zum Beispiel die Versuche von Jenssen (1905) ein Zeugnis. Ebenso gehört hierher wahrscheinlich die von Delacroix beschriebene und auf *Bacillus solanincola* zurückgeführte Krankheit, und wie Lindau (1906) meint, wäre auch die von Debray und Roze als Wirkung ihrer *Pseudocommis vitis* beschriebene mit hierherzuziehen.

In Deutschland aber stehen wir zur Zeit einer Krankheit gegenüber, die als Bakterienringkrankheit (Appel, 1906) bekannt ist und an vielen Orten großen Schaden verursacht. Als Gegenmittel ist bis jetzt auf Grund der früheren und neueren Erfahrungen besonders Beschaffung gesunden Saatgutes zu empfehlen. Auch ist es möglich, die Feldstücke, von denen man Saatgut benutzen will, durch aufmerksames Entfernen aller,



auch nur teilweise kranken, Stöcke von der Krankheit frei zu halten (Appel 1907). Über die Art der Erreger der hierher gehörenden verschiedenen Krankheitsformen ist noch sehr wenig bekannt, ebenso über die Gründe der eigenartig plötzlichen und weitgehenden Ausbreitung der im allgemeinen immer nur wenig auftretenden Krankheit.

Eine ganz ähnliche, ebenfalls zum Sammelbegriff der Kräuselkrankheit gehörige Erscheinung beschreibt Hallier (1875). Aus der Beschreibung des Krankheitsbildes geht nicht mit vollkommener Sicherheit hervor, welche Form er vor sich gehabt hat, vielmehr scheint es, als ob er sowohl eine der eben erwähnten ähnliche Bakterienkrankheit und gleichzeitig eine, durch im Innern der Stengel wuchernde Pilze hervorgerufene, untersucht hat. Hierfür sprechen einerseits einzelne Stellen in der Schilderung des Krankheitsverlaufes, sowie das Vorhandensein von Bakterien, andererseits der Nachweis eines reichlichen Pilzmycel, besonders im Grunde des Stengels. Auch die Art dieses Pilzes läßt sich nicht sicher feststellen, den Abbildungen nach scheint er aber ein *Fusarium*, eine *Vermicularia*, vielleicht auch eine *Rhizoctonia* oder *Phellomyces* vor sich gehabt zu haben.

Auch Reinke und Berthold (1879) haben eine solche durch Pilze erzeugte Kräuselkrankheit untersucht. Sie nennen ihren Pilz *Verticillium albo-atrum* und erwiesen seine parasitäre Natur durch Impfungen. Den Verlauf der von ihnen beobachteten Krankheit teilen sie wie auch andere Autoren in drei Jahresstadien ein, deren letztere die Krankheit durch frühzeitiges Eingehen der Stöcke abschließt.

In neuester Zeit haben Smith und Swingle (1904) eine ebenfalls hierher gehörende Krankheit beschrieben und auf *Fusarium oxysporum* Wallroth zurückgeführt.

Unter dem Namen Blattrollkrankheit der Kartoffel hat Appel (1905) eine Krankheit beschrieben, die mit der eben erwähnten, in Amerika aufgetretenen, die größte Ähnlichkeit hat. Es ist kein Zweifel, daß diese Krankheit schon früher bei uns aufgetreten ist, dies zeigt deutlich eine Abbildung bei Schacht (1856) und auch die bereits erwähnte Beschreibung von Hallier, Reinke und Berthold. In einer außerordentlichen Ausdehnung ist diese Krankheit 1905 aufgetreten und auch im Jahre 1906 ist sie nur wenig zurückgegangen. Ähnlich, wie in Deutschland ist sie auch in anderen Ländern, z. B. der Schweiz (Volkart, 1907) aufgetreten. Charakteristisch für sie ist ein Einrollen oder Zusammenfallen der Blätter in der Längsrichtung, wobei sehr häufig ein rötlicher oder gelblicher Farbenton auftritt. Auch sie ist hervorgerufen durch ein *Fusarium*, das aber nicht identisch erscheint mit dem von Smith und Swingle bei der von ihnen gefundenen Krankheit festgestellten. Die Knollen solcher im ersten Jahre kranken Stöcke haben gelb verfärbte Gefäßbündel und treiben im nächsten Jahre Stengel, die schon frühzeitig die charakteristischen Krankheitsmerkmale zeigen und einen sehr geringen Ertrag ergeben. Diese Art des Auftretens läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß die Blattrollkrankheit schon vor der Beschreibung Schacht's aufgetreten ist, und daß wir einen Teil der alten Kräuselkrankheit in ihr vor uns haben.

Einen weiteren Teil des Sammelbegriffs der Kräuselkrankheit sehe ich in der 1905 von mir beschriebenen und oben schon erwähnten Bakterienringkrankheit der Kartoffel. Hier haben wir noch mehr wie bei der Blattrollkrankheit ein Kraus- und

Brüchigwerden der Blätter. Hier haben wir vor allen Dingen das früher so häufig erwähnte Fleckigwerden der Stengel und Faulen der Knollen von innen heraus, das in Verbindung steht mit einer Veränderung des Gefäßbündelringes und einem Eindringen der Bakterien aus den Gefäßen der oberirdischen Pflanzenteile in die Knollen. Ebenso haben wir auch hier wieder zweifellos ein Fortpflanzen der Krankheit durch Saatknohlen. Wohl nur als Zufall kann es betrachtet werden, daß ebenso wie am Ausgang des 18. Jahrhunderts die Kräuselkrankheit, auch jetzt die Bakterienringkrankheit zuerst in besonders schädigender Weise an der Lahn und in der Westewaldgegend aufgetreten ist.

Wie ich noch ausführlicher nachweisen werde, hängt auch eine neuerdings wieder stärker hervorgetretene Erscheinung, die als Abbau bezeichnet wird und zu der wahrscheinlich auch die „Kringerigheid“ Mayer's (1903) gehört, mit den eben erwähnten Gefäßkrankheiten zusammen. Da es nur mit besonderen Kulturmaßnahmen gelingt in den Knollen solcher Kartoffeln den Krankheitserreger aufzufinden und ihn herauszuzüchten, hat man dies allmähliche Abnehmen der Lebensfähigkeit derartiger Stöcke als eine nichtparasitäre Krankheit aufgefaßt. Es ist daher besonders interessant, daß sowohl Tuckermann (1904) als auch Ehrenberg (1904) auf Grund sehr sorgfältiger Untersuchungen zu dem Ergebnis gekommen sind, daß ein Abbau der Kartoffeln durch die fortwährende vegetative Fortpflanzung nicht vorhanden ist. Wenn Ehrenberg „ein Ausarten durch die Ungunst des Standortes und eine Herabzucht durch mangelhafte Auswahl des Saatgutes“ anerkennt, so ist dies doch nicht als Abbau im allgemeinen Sinne zu bezeichnen. Auch die von Schulz-Soest (1905) für die in den vergangenen Jahren im Rheinland und Westfalen aufgetretene Degeneration der Sorte *Magnum bonum* verantwortlich gemachten Witterungsverhältnisse erscheinen mir nur indirekt von Einfluß, als sie die Ausbreitung der Gefäßbewohnenden Fusarien besonders begünstigten. Einen anderen Standpunkt vertreten Causemann (1905) und Hiltner (1905), die im wesentlichen nicht genügendes Ausreifen der Saatknohlen für die Erscheinung verantwortlich machen. Bestärkt werden sie in dieser Ansicht durch die Beobachtung von Schulz-Soest, daß sich die Legekartoffeln nachträglich noch vergrößert haben. Hiltner denkt sich den Vorgang, wie folgt: „Die im Frühjahr 1905 ausgelegten Saatknohlen waren zum Teil noch nicht vollständig ausgereift. Sie bildeten nach dem Auslegen zunächst Triebe, verwendeten aber das von den oberirdischen Teilen durch die Assimilation gewonnene Nährstoffmaterial hauptsächlich für sich selbst, wodurch sich der auffallende Zuwachs der Mutterknohlen und das in allen Fällen beobachtete geringe Ansetzen neuer Knollen und deren Kleinbleiben erklärt. Es müßten somit, wenn diese Annahme zutreffend ist, in solchen Mutterknohlen eigentümliche, zum Teil entgegengesetzte Vorgänge sich abgespielt haben, indem die Enzyme aufbauender und abbauender Natur zum Teil gleichzeitig und im Konflikt miteinander tätig waren. Daraus erklärt sich auch zugleich das abnorme Wachstum der oberirdischen Teile der Pflanzen, die allem Anschein nach in allen beobachteten Fällen die Symptome der vielgenannten, aber bis heute noch nicht in ihrer Ursache erkannten Kräuselkrankheit zeigten. Erst als die unreifen Mutterknohlen ihr Bedürfnis, selbst noch



weiter zu wachsen, gestillt hatten, ist die Pflanze dazu geschritten, neue Knollen anzulegen. Es konnte dies aber infolge der mangelhaften Ausbildung der assimilierenden Organe und der lange anhaltenden Konkurrenz der Mutterknollen nur mehr in recht mangelhafter Weise geschehen; ja unter Umständen mußte die Pflanze den Trieb zur Neubildung von Knollen infolge des Fehlens von Stolonen in der durchaus abnormen Weise betätigen, wie es in unserem Falle geschehen ist, nämlich durch Bildung von Knollen an den oberirdischen Organen.“

Gleichzeitig mit diesen epidemischen Krankheiten sind besonders in den letzten Jahren auch verschiedenartige Blatterkrankungen beobachtet worden. Ein Teil derselben scheint nach Appel mit der Bakterienringkrankheit zusammenzuhängen, hierbei treten braune Flecken auf den Blättern auf und es läßt sich ein Zusammenhang mit den durch Bakterien hervorgerufenen Verstopfungen der Gefäße erkennen. Andere werden durch verschiedene Pilze verursacht, unter denen *Macrosporium* und *Alternaria*-Arten eine größere Bedeutung haben (Galloway 1894, Fletscher 1895, Sturgis 1895, Jones 1896 u. 1899, Tubeuf 1904). Vañha (1904) faßt die meisten dieser Pilze zusammen in eine von ihm *Sporidesmium solani varians* genannte Art und glaubt, daß zu dieser Fructificationen vom Typus *Sporidesmium*, *Macrosporium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Clasterosporium*, *Pleospora*, *Phoma*, *Septoria* usw. gehören, eine Annahme, für die er freilich den Beweis schuldig bleibt. Ebenfalls in die Gruppe dieser Blatterkrankheiten gehört die von Lagerheim und Wagner (1903) auf *Cercospora concors* zurückgeführte.

Des Schorfes, auf den ich später noch besonders zurückkommen werde, wird in der älteren Literatur häufig Erwähnung getan und der erste, der versucht hat sein Entstehen auf einen Pilz zurückzuführen, ist wohl Martius (1842). Es scheint jedoch, daß ihm nicht die Erkrankung der Schale, die heute als Schorf bezeichnet wird, vorlag, sondern ein Brandpilz. Von den späteren Forschern hat dann Caspary (1857) sich mit seiner Entstehung beschäftigt und erkannt, daß er gewöhnlich von den Lentizellen aus seinen Anfang nimmt. Aber erst viel später wurde durch Bolley (1890) und Thaxter (1890) der Versuch gemacht, den Erreger aufzufinden. Dabei fand ersterer Bakterien an der Grenze zwischen den Schorfstellen und dem gesunden Gewebe, und nachdem es ihm gelungen ist, durch Reinkulturen derselben experimentell Schorf zu erzeugen, hält er diesen Organismus für den Erreger. Daß in der Tat Bakterien bei der Entstehung des Schorfes beteiligt sind, unterliegt keinem Zweifel, ob es aber die Bolleysche oder die später von Roze (1896) oder auch eine andere Art ist, die bei uns als Schorferreger angesehen werden muß, bedarf noch der weiteren Untersuchung. Thaxter hat im Gegensatz hierzu nicht Bakterien, sondern eine *Oospora* als den Erreger des Schorfes aufgefunden. Wie weit diese Form des Schorfes bei uns vorkommt, ist zur Zeit noch gänzlich unbekannt. Die von Frank und Krüger (1896) aufgestellten Bezeichnungen: Buckel-, Flach- und Tiefschorf lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß wir es mit verschiedenen Schorfformen zu tun haben. Eine durchgreifende Trennung ist aber nach diesen äußerlichen Gesichtspunkten nicht möglich, da auch die verschiedenen Arten, besonders aber der Buckel- und Tiefschorf zusammen vorkommen. Es werden

daher auch hier Studien über die Organismen die Grundlage für weitere Arbeiten bilden müssen.

Aus den praktischen Erfahrungen, die in der Literatur niedergelegt sind, geht hervor, daß der Schorf von den Bodenarten abhängig ist und auf vielen Böden eine stehende Erscheinung bildet. Ferner, daß das Kalken bei der Aussaat der Kartoffeln den Schorf bis zu einem gewissen Grade zu unterdrücken vermag, daß aber umgekehrt schon vom zweiten Jahre an Kalk ebenso wie Mergel und Asche besonders begünstigend auf das Auftreten des Schorfes wirken.

In die Gruppe der Schorfe gehört auch die Erkrankung der Schale durch *Spongospora solani*. Diese Erscheinung ist schon länger als man gewöhnlich anzunehmen pflegt, bekannt (Mercklin 1856, Brunchorst 1887). In allerneuster Zeit hat nun Johnsen (1907) sich mit diesem Organismus eingehender befaßt und glaubt Sporen gefunden zu haben.

Auch der von Schilbersky (1896) beschriebene, durch *Chrysophlyctis endobiotica* hervorgerufene, seitdem jedoch nicht wieder aufgefundene Schorf mag hier erwähnt werden.

Von den tierischen Feinden der Kartoffel hat der Koloradokäfer eine allgemeinere Bedeutung. Nachdem bereits im Jahre 1875 eine Verordnung, betreffend das Verbot der Einfuhr von Kartoffeln aus Amerika, sowie von Abfällen und Verpackungsmaterial solcher Kartoffeln für das Deutsche Reich erschienen war, wurde 1876 ein einzelner lebender Käfer gefunden und 1877 eine größere Verbeutung bei Mülheim a. Rh. und bei Schildau, Prov. Sachsen, festgestellt. Bekanntlich konnte eine weitere Verbreitung des in Amerika zeitweise schwer schädigenden Käfers hintangehalten werden.

### Verzeichnis der benutzten Literatur.

- Ackermann, J. Chr. G., Die Krankheiten im Frühlinge und dem Verlauf des Jahres 1783 und im Frühling 1784. Neues Magazin für Ärzte. Herausgegeben von Ernst Gottfr. Baldinger. Bd. VI. Stück 4. S. 368 ff. 1784.
- Acosta, J., Historia natural de las Indias. Bd. VI. Madrid 1792.
- Albert, W., Beobachtungen über eine, sich neuerlich bei den Kartoffeln bemerkbar gemachte Krankheit. Aus den Verhandlungen der Wandergesellschaft der sächsischen Landwirte, Naturforscher und Ärzte 1840. Landwirtschaftliche Annalen des Mecklenburgischen Patriotischen Vereins. Rostock 1841.
- — Authentische Tatsachen über die Verjüngung der Kartoffeln aus Samenkörnern, mit Berücksichtigung der unter denselben jetzt herrschenden Krankheiten. Magdeburg 1845.
- Adams, G. E., Trial of varieties of potatoes. Rhode Island agricult. exp. stat. Bull. 111. 1906.
- Aderhold, R., Der heutige Stand unserer Kenntnisse über die Wirkung und Verwertung der Bordeauxbrühe als Pflanzenschutzmittel. Jahresbericht der Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik. I. Jahrg. 1903.
- Aitken, The potato rescured from disease. London 1837.
- Annual Report of the commissioner of Patents for 1848. Washington 1850.
- Anonymus, Merkwürdige ökonomische Anzeige. Hannoverisches Magazin. 17. Jahrg. 1779.
- — Etwas zur Antwort auf die merkwürdige ökonomische Anzeige in dem 71. Stück dieses Magazins. Hannover. Mag. 14. Jahrg. 1779.
- — Über den vorteilhaften Anbau der Erdäpfel und Grundbirnen und von der Erzeugung des Erdäpfelsamens. Tübingen 1793.



- Anonymus, Über Kartoffelanbau, Kartoffelbrennerei, Kartoffel- und Spülichtfütterung, die daraus entstehenden Krankheiten des Rindviehs und die Heilung derselben. Aus dem Nachlaß eines 1835 verstorbenen praktischen Landmannes. Saalfeld 1838.
- — Sammlung einiger da und dort gemachten Bemerkungen über den Kartoffelanbau. Verhandl. und Arbeiten d. ökonom. patriot. Sozietät der Fürstentümer Schweidnitz und Jauer im Jahre 1839. Breslau 1839.
- — Die Trockenfäule der Kartoffeln oder Aufschlüsse über das Wesen, die Entstehung und Verhütung der Kartoffelkrankheiten, nebst Anweisung zu zweckmäßiger Benutzung der kranken Kartoffeln. Nach den langjährigen Erfahrungen eines praktischen Landwirts. Halberstadt 1845.
- — Kurze Notiz über Zeitungsnachrichten betr. Kartoffelkrankheit. Botanische Zeitung. 3. Jahrg. 39. Stück. 1845.
- — Kartoffeln lange genießbar zu erhalten. (Aus dem landwirtschaftlichen Wochenblatt von Kielmann.) Verhandl. des Vereins zur Beförderung der Landwirtschaft zu Königsberg i. Preuß. Jahrg. 1845.
- — Die Kartoffelkrankheit in den Jahren 1845 und 1846 und die Mittel zur Verhütung und Verminderung der Verderbnis unter den Kartoffeln. Cöslin 1847.
- — Die Kartoffel und die Vorsichtsmaßregeln bei deren Anbau mit Rücksicht auf die krankhaften Zustände in dem Jahre 1847. Breslau 1848.
- — Das Geheimnis der Kartoffelkrankheit. Hamm 1856.
- — Über die Zu- und Abnahme des Stärkegehalts der Kartoffelknolle. Chemnitz 1865. I. Die Ausbildung der Knolle am lebenden Stamm. II. Die Degeneration der Kartoffel während der Winterruhe im Keller. III. Die Ausschöpfung der Saatkartoffel durch die Vegetation.
- — Über das Anwelken der Saatkartoffel. Chemnitz 1869.
- — Über ganze und zerschnittene Saatkartoffeln. (Versuchsstation Pommritz.) Amtsbl. d. l. V. im Königr. Sachsen. 1870.
- — Landw. Anz. d. B. u. H. Z. Fühlings neue landw. Zeitung XXI. Neue Folge. IX. Jahrg. Glogau 1872.
- — Potatoes affected with Scab. The Agric. Journal Cape of Good Hope. Bd. 15. 1889.
- — Potato Scab (Oospora scabies). The Journal of the Board of Agriculture. London. Bd. 11. 1905.
- Appel, O., Zur Kenntnis der Bakterienfäule der Kartoffeln. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrg. 1902. Bd. XX. Heft 1.
- — Über das Einmieten der Kartoffeln. Flugblatt No. 15 der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Verlag von P. Parey u. J. Springer. Berlin 1902.
- — Die diesjährige Phytophthora-Epidemie und das Einmieten der Kartoffeln. Deutsche Landwirtschaftliche Presse. XXIX. Jahrg. No. 84. 18. Oktober 1902.
- — Der Erreger der „Schwarzbeinigkeit“ bei den Kartoffeln. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrg. 1902. Bd. 20. Heft 2.
- — Untersuchungen über das Einmieten der Kartoffeln. Arbeiten a. d. biolog. Abt. a. K. G. A. Bd. II. 1902.
- — Kartoffelkrankheiten und Einmieten der Kartoffeln. Vortrag, gehalten auf der V. Jahres-Wanderversammlung des Ostpr. landwirtschaftl. Zentralvereins in Osterode am 8. u. 9. Juni 1903. No. 42. Jahrg. 1903 der Königsberger Land- u. forstwirtschaftl. Zeit. für das nordöstl. Deutschland.
- — Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit und die durch Bakterien hervorgerufene Knollenfäule der Kartoffeln. Arbeiten a. d. biolog. Abt. a. K. G. A. Bd. III. 1904.
- — Die Schwarzbeinigkeit und die mit ihr zusammenhängende Knollenfäule der Kartoffel. Flugblatt No. 28. Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem 1905.
- — Der Kartoffelschorf und die Haltbarkeit schorfiger Kartoffeln. III. landw. Zeit. Berlin 1905.
- — Neuere Untersuchungen über die Krankheiten der Kartoffeln und Tomaten. Jahres-Berichte der Ver. der Vertr. der angew. Botanik. Bd. III. 1906.
- — Die Bakterienringkrankheit der Kartoffeln. Flugblatt. No. 36. 1906.
- — Die Bakterienringkrankheit und andere Krankheitserscheinungen der Kartoffeln in den letzten Jahren. III. landw. Zeit. Berlin 1907.
- — Das diesjährige unregelmäßige Auflaufen der Kartoffeln. Illustr. Landw. Ztg. 24. Jahrg. 1904.
- — Die Schwarzbeinigkeit und die mit ihr zusammenhängende Knollenfäule der Kartoffel. Flugblatt 28 der Biol. Abt. des Kaiserl. Gesundheitsamtes.
- — und Börner, C., Über Zerstörung der Kartoffeln durch Milben. Arbeiten a. d. biolog. Abt. a. K. G. A. Bd. IV. 1905.

- Appel und Laubert, R., Die Konidienform des Kartoffelpilzes *Phellomyces sclerotiphorus* Frank. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 23. 1905.
- — und Koske, Versuche über die Wirkung als schädlich verdächtigter Futtermittel. Arb. d. K. B. A. Bd. 5. 1907.
- Arnim, v., Die Kartoffelerzeugung aus Keimaugen. Gutachten. Annalen der Landwirtschaft. V. Jahrg. X. Bd. 1847.
- Arthur, Formalin for prevention of potato scab. University. Agr. Exp. Stat. Bull. 65. Pardue 1897.
- Bahr, L. v., Zirkular des Königl. Landw. Ökonomie-Kollegiums betr. die Wein- und Kartoffelkrankheit. Annalen der Landwirtschaft. Bd. 22. 1853.
- Bain, M., The actions of copper on leaves Bull. of the Agric. exp. stat. of the Univers. of Tennessee. Vol. XV. No 2. 1902.
- Ball, C. R. Potato Scab. Iowa. Bulletin No. 42. Ames 1899.
- Barbut, G., La maladie de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*). Le Progrès Agricole et Viticole. Montpellier. 18. Jahrg. Bd. 43. 1905.
- Bary, A. de, Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. 1861.
- — Über die Übertragung und Verbreitung des Kartoffelpilzes. Fühlings landw. Zeitung. 1875.
- — Researches into the Nature of the Potato fungus-*Phytophthora infestans*. The Journal of the Royal Agricultural Society of England. Second Series. Volume 12. London 1876.
- — Zur Kenntnis der Peronosporaeen. Botan. Zeitung. 39. Jahrg. 1881.
- Battanchon, G., La maladie bacillaire de la pomme de terre. Le Progrès Agricole et Viticole. Montpellier. 18. Jahrg. Bd. 36. 1901.
- — La maladie bacillaire des pommes de terre et les prochaines plantations. Le Progrès Agricole. Montpellier. 19. Jahrg. Bd. 37. 1902.
- — La maladie de la pomme de terre et les cultures pouvant y suppléer. Le Progrès Agricole et Viticole. 20. Jahrg. Bd. 39. 1903.
- Behrend, Anwendung des Behrend'schen Thermometers. 1846.
- Berchthold, F. Graf, Die Kartoffeln (*solanum tuberosum* C. Bauli), deren Geschichte, Charakteristik, Nützlichkeit, Schädlichkeit, Kultur, Krankheiten usw. mit ausführlichen Angaben ihrer industriellen Anwendung. Prag 1842.
- Bergmann, Keine Kartoffelkrankheit mehr! Eine Anweisung auf die einfachste Art, die zur Linderung gewordene Kartoffelkrankheit zu beseitigen. Waldheim 1851.
- Bergsma, vergl. v. Martius. 1845 und 1846.
- Berichte über die von den landwirtschaftlichen Akademien und Versuchsstationen eingereichten Spezialberichte, ihre in den Jahren 1862—1876 ausgeführten Untersuchungen über die Kartoffelkrankheit und das Kartoffelwachstum umfassend, erstattet von der Central-Kommission für das agrikultur-chemische Versuchswesen. 1862 und 1863, 1866—1869 und 1871—1873 Ref. Pringsheim (s. d.), 1864 und 1865 Ref. Karsten (s. d.).
- Bernard, N., La tuberculation de la pomme de terre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences. Paris. Bd. 132. 1901.
- Beyer, L., Keine Kartoffelkrankheit mehr. Bonn 1854.
- Beyer, M. und Fritsch, C. A., Not- und Hilfsbüchlein gegen die Kartoffelseuche. Leipzig 1845.
- Birnbaum, Mitteilung von Prof. Hoffmann's Entlaubungsversuchen. Agronomische Zeitung 1863.
- — Anbauversuche mit Kartoffeln. Annalen der Landwirtschaft. 45 Bd. 23. Jahrg. 1865.
- Blaringhem, L., Sur la production des tubercules aériens de la pomme de terre. Revue Generale Botanique. Paris. Bd. 17. 1905.
- Böhm, J., Über die Kartoffelkrankheit, Vortrag. Sitzber. d. k. k. Zool.-Bot. Ges. Wien. Bd. XIII. 1892.
- Bolley, H., Potato scab, a bacterial disease. Agricult. Science IV. 1890.
- — A disease of beets identical with deep scab of potatoes in Agric. Exp. Stat. for North Dakota. Bull. u. 4. Fargo. 1891.
- — Prevention of Potato scab. Government Agricultural Experiment Station for North Dakota. Bull. No. 9. Fargo. 1893.
- — Potato scab and possibilities of prevention. Government Agricult. Exp. Stat. for North Dakota. Bull. IV. Fargo 1901.
- Bollmann, A. U. R., Versuche und Bemerkungen zur Verhütung der Kartoffelkrankheit. St. Petersburg 1853.
- Böninghausen, C. v., Zur Geschichte der Kartoffelkrankheit. Landw. Zeitung für Westfalen und Lippe. 1861.



- Borzinski, J., Ökonomische Beobachtungen als Beitrag zu den Kartoffelkrankheiten. Hlubek's Ökonom. Neuigkeiten 1848. II. Bd. 1848.
- Bos, Ritzema, J., Bijdrage tot de kennis van den schurfsziekte der aardappeln. Landbouwkund. Tijdschrift 1903.
- Bossin, Über das Auftreten der Kartoffelkrankheit (Barrul. Journal de l'agriculture, 1875, Referat i. Centralbl. f. Agricultur-Chemie, 1876).
- Böttcher, E. F. N., Die Kartoffelkrankheit und ihre Bekämpfung (Ill. Monatsh. f. d. Gesamtinter. d. Gartenbaues, 1889).
- Braun, Alex, Über einige neue und weniger bekannte Krankheiten der Pflanzen, welche durch Pilze erzeugt werden. Mit Beiträgen von R. Caspary und A. de Bary. Berlin 1854.
- Brefeld, O., Botanische Untersuchungen über Hefepilze. Heft V. 1883.
- Bretschneider, Fühling's neue landw. Zeitung XXI. Neue Folge. IX. Jahrg. Glogau 1872.
- — Im IV. Bericht der Zentralkommission für das agrikult.-chem. Versuchswesen. Landw. Jahrbücher Bd. V. Berlin 1876.
- Brückmann, R. A., Langsdorff, K. v., Nobbe, Fr., Oehmichen, C. und Pietrusky, P., Die Kartoffel und ihre Kultur. Amtl. Bericht über die Kartoffelausstellung zu Altenburg vom 14. bis 20. Oktober 1875 und ihre Ergebnisse.
- Brunchorst, J., Über eine sehr verbreitete Krankheit der Kartoffelknollen. S. A. aus Bergen's Museum Aarsberetning 1886. Bergen 1887.
- Brunskill, How to Grow a crop of potatoes free from Disease (Gard. Chr. 1876).
- Bubak, Fr., Über eisenfleckige Kartoffeln. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. 1902.
- Burggraff, de, Observations sur la maladie des pommes de terre, sa cause, essais pour la combattre. Resultats. Paris 1847.
- Burghaus, F. Graf von, Bericht über komparative Versuche hinsichtlich des Abpflückens der Kartoffelblüten, behufs der dadurch zu erzielenden Vermehrung des Ertrages. Verhandlungen und Arbeiten der ökonomisch-patriotischen Societät der Fürstentümer Schweidnitz und Jauer im Jahre 1839. Breslau 1839.
- Bürki, Über Mißerfolge bei der Bekämpfung der Kartoffelkrankheit durch Bordeauxbrühe. Schweiz. landw. Zeitschr. Bd. 31. 1903.
- Busck, A., The Potato Tuber Moth. The Agricultural Journal. Cape of Good Hope. Capstadt. Bd. 22. 1903.
- Butler, E. S., Potato Diseases in India. The Agricultural Ledger. Calcutta. 1903.
- Carrière, C. A., Eine neue Krankheit der Kartoffeln in Frankreich. Journal d'Agriculture pratique No. 17. Fühling's neue landw. Zeitung XXII. Neue Folge. X. Jahrg. Glogau 1873.
- Carruthers, W., Note on Mr. G. W. Smith's Discovery of the Rest-Spores of the Potato Fungus. p. 396—398. (Mit 1 Abbildung.) The Journal of the Royal Agricultural Society of England. Second Series Volume 11. Londnn 1875.
- — Warzenähnliche Auswüchse an Kartoffeln. Annual Report for 1902 of the consulting Botanist. 1903. Journal of the Royal Agric. Society of England. London. Bd. 63. 1902/03.
- Caspary, R., Über Kartoffelkrankheiten. Amtlicher Bericht über die 1. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Göttingen. 1854.
- — Der Kartoffelpilz in diesem Sommer. Bot. Ztg. XV. Jahrg. 1857.
- — Über die Spaltöffnungen der Kartoffel und die Entstehung der Pocken (des Schorfes) bei denselben. Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (Sitzung vom 8. Januar 1857).
- Causemann, Wirkt frühzeitiges Pflaunzen der Kartoffeln in Dürrejahre günstig auf die Kartoffelernte ein? Deutsche Landw. Presse. 32. Jahrg. 1905.
- — Zu den Ursachen des Kartoffelschorfes. Deutsche Landw. Presse. 32. Jahrg. 1905.
- — Zur Frage der Entartung der Magnum bonum-Kartoffeln. Deutsche landw. Presse. 1905.
- Chatel, V., Nouvelles observations sur la culture et la maladie de la pomme de terre. Résultats de l'enquete ouverte en 1853. 1854.
- Chittenden, F. H., The Potato Stalk Weevil (Trichobaris trinotata Say). Bull. No. 33. Neue Reihe der Deutschen Entomologischen Zeitschrift. Berlin. S. 9—18. 2 Abb.
- Christek, W., Der Kartoffelschorf (Grind) als Ursache der Schlempeauke. Österr. Landwirtsch. Wochenbl. 28. Jahrg. 1902.

- Clarke, W. T., The Potato - Worm in California (*Gelechia operculella*, Zeller). Bulletin No. 135. Kalifornien. 1901.
- Clausen, Versuche über Bekämpfung der Kartoffelkrankheit. Illustr. Landw. Ztg. 20. Jahrg. 1900.
- Clinton, G. P., Downy Mildew, or Blight, *Phytophthora infestans* (Mont.) de By, of Potatoes. Bericht der landwirtsch. Versuchsst. Connecticut 1904.
- Cooke, Plants diseases and fungi. The Essex Naturalist VI. 1892.
- Cooke, M. C., Warty potato Disease, caused by *Oedomyces leproides*. The Gardener's Chronicle. 1903.
- „Blackleg“ of potatoes. The Gardener's Chronicle. 3. Folge. Bd. 36. 1904.
- Corde, Beiträge zur Kunde der Kartoffeln in Beziehung auf ihre Organisation und Krankheiten. Ökonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. Bd. 73. Prag 1847.
- Craigie, P. G., Report on Recent Experiments in Checking Potato Disease in the United Kingdom and Abroad. Board of Agriculture. London 1892.
- De Caluwe, P., De aardappelploeg en de wyre waarop menze het best kan bestrijden. Botau. Jaarb. Dodonaea, IV, 1892.
- Decaisne, M. J., Histoire de la maladie des pommes de terre en 1845. Paris 1846.
- De Kayser, F., Het besproeien der aardappels. Landbouwgalm. 1899/1900.
- Deesde, A., Alte Fehler und neue Erfahrungen in der Kartoffelkultur. Weimar 1866.
- Delacroix, G., Rapport sur une maladie bactérienne nouvelle de la pomme de terre. Extrait du Bulletin du Ministère de l'Agriculture No. 5. Paris 1902.
- La Brunissure de la pomme de terre. Ministère de l'Agriculture office de renseignements agricoles. 1902.
- Sur la pourriture des pommes de terre. Bulletin de la société mycologique de France. Tome XIX. 4<sup>e</sup> fascicule. 1903.
- De la filosité des pommes de terre. Paris. Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire des Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. 1903.
- Sur la „Filosité“ des pommes de terre. Journal de l'Agriculture. Paris 1903.
- Sur une maladie bactérienne de la pomme de terre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences. Paris. Bd. 133. 1901.
- Sur une altération des tubercules de pomme de terre dans la région avoisinant Paris pendant le mois de septembre 1903. Annales de l'Institut National Agronomique. 2. Serie. Tome III. 1904.
- Contribution à l'étude d'une maladie nouvelle de la pomme de terre, produite par le *Bacillus solanincola* nov. sp. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences. Bd. 133. Paris 1901.
- Rapport sur une maladie bactérienne nouvelle de la pomme de terre. Bulletin du Ministère de l'Agriculture. 20. Jahrg. Paris 1901.
- De la filosité des pommes de terre. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences. Bd. 137. Paris 1903.
- Sur une maladie de la pomme de terre produite par *Bacillus phytophterus* (Frank) O. Appel. Comptes rendus des séances de l'acad. des sciences. 1906.
- Sur quelques maladies bactériennes observées à la station de pathologie vegetal. Annales de l'Institut national agronomique 2. Ser. Tome 5. 1906.
- Dickson, Th., Observations on the Disease in the Potato, generally called the Curl; pointing out the most probable method of preventing it; with an account of the Caledonian Horticultural Society. Vol. I. Ed. 2. Edinburgh 1819. (Vorgetragen am 6. März 1810.)
- Dieckelmann, C., Kurze Übersicht der Kartoffelkrankheit und Anweisung durch die Kultur der Krankheit entgegenzuwirken nebst leichter und zweckmäßiger Vermehrungs-Methode. Demmin 1846.
- Dietrich, L., Die Kartoffelkrankheit oder: endliche Enthüllung des wahren Wesens, der Ursachen und sichern Vermeidung derselben. Nordhausen 1850.
- Dippold, H., Über einen dreijährigen Anbau der Kartoffeln aus Blütensamen usw. Berlin, 1803.
- Dow, Eine Methode Kartoffeln aufzubewahren. Memoiren der Caledonischen Gartenbau-Gesellschaft. Vol. I. 1814. Übersetzt von C. Jessen in der Allg. Gartenzeitung. XXI, Jahrg. 1853. No. 13.
- Duygar, B. M. and Stewart, F. C., The sterile fungus *Rhizoctonia* as a caus. of plant disease in Amerika. Bull. 188. Geneva 1901.
- Ehlert, A. T., Kartoffel-Not (nicht Kartoffel-Krankheit) und Nachweisung ihr abzuhelpen. Mit besonderer Rücksicht auf kleinere Wirtschaften und Landschulen in einigen Gegenden Deutschlands. Nebst einer Zugabe vermischten Inhalts. Braunschweig 1849.



- Eckenbrecher, Bericht über die Anbauversuche der deutschen Kartoffelkulturstation. Ergänzungsh. zur Zeitschr. für Spiritus-Industrie 1899—1906.
- Ehrenberg, P., Der Abbau der Kartoffeln. Landw. Jahrb. No. 33. 1904.
- Ehrensperger, Über das Ergebnis einer Kartoffelbesprengung mit Kupferlösung. Bad. Wochenbl. d. land. Ver. 1890. No. 52.
- Eidam, Grund der Kartoffeln. Der Landw. 27. Jahrg. 1891.
- Einhof, H., Beiträge zur Chemie der Pflanzen. I. Bemerkungen über die Erdäpfel. Gehlens Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie. B. V. 1808.
- Elsholtz, Neu angelegter Gartenbau. Berlin. 1666.
- Engelbrecht, Die Kartoffelerzeugung aus Keimaugen. Auszug eines Berichts. Annalen der Landwirtschaft. V. Jahrg. X. Bd. 1847.
- Eriksson, J., Om Potatis sjukan dess historia och natur samt Skyddsmedlen Deremot. Med Tvänne Tabeller öfver Potatissjukans Utberedning Inom Sverige 1874—1883 Den Ena Jemväl Utvisande Nederbördsmängden Under Juni, Juli och Augusti Manader Samma Ar. (Aftryck ur Kgl. Landtbr.-Akad.: S. Handl. O. Tidskr., 1884. No. 5 u. 6). Stockholm 1884.
- — Kartentabelle über die Verbreitung der Kartoffelkrankheit in Schweden, 1874—1882. Sitzungsber. d. Botan. Ges. zu Stockholm. (Bot. Centralblatt, Bd. XIV, 1883.)
- Eugène-Marie u. Pluchet, E., Untersuchungen über die zur Großkultur geeignetsten Kartoffelsorten und ihre Haltbarkeit bei verschiedener Düngung. (Nach „Annales agronomiques“ 1876, cit. in Biedermann's Centralbl. 1876, II.)
- Ewert, Der wechselseitige Einfluß des Lichtes und der Kupferkalkbrühen auf den Stoffwechsel der Pflanze. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin 1905.
- Eymann, H. E.: Erzielung einer zweifachen Kartoffel-Ernte oder praktische Belehrung, wie vom Monat April bis Oktober, auf einem und denselben Boden, mit demselben Dünger und mit einmaliger Pflanzkartoffel-Legung, bei leichter und geringer Mühe ein doppelter Kartoffel-Ertrag zu erzielen ist. Hagen und Iserlohn 1844.
- Farthmann, Mitteilungen über den Anbau und die Behandlung der Kartoffeln, und insbesondere darüber, wie solche auf sehr einfachem und billigem Wege und ohne Verlust ihrer nährenden Bestandteile entwässert, d. h. von ihrem Frucht- oder Vegetationswasser befreit, getrocknet und auf lange Dauer benutzt werden können. Berlin 1847.
- — Neuere Mitteilungen und Erfahrungen über das Auswässern, Trocknen und Benutzen sowohl kranker als gesunder Kartoffeln. Glogau 1847.
- Fautrey, F., Une nouvelle maladie du Solanum tuberosum, Entorrhiza Solani. Rev. mycol. 1896.
- Faville, E. E. und Parrott, P. J., The potato stalk weevil (Trichobaris trinotata Say). Bullet. No. 82. Kansas 1899.
- Fischer, A., Die Bakterienkrankheiten der Pflanzen. Antwort an Herrn Dr. Erw. F. Smith. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. V. Bd. 1899.
- Fittbogen, Über Saatgutwechsel. Landwirt. 1875.
- Fletscher, J., Potato diseases, Central Experimental Farm. Departement of agriculture. Ottawa, Canada. Bull. No. 23. 1895.
- Flick, Ritter von, Untrügliches Mittel, ganz gesunde Kartoffeln zu ernten. Wien 1848.
- Focke, G., Die Krankheit der Kartoffel im Jahre 1845. Bremen 1846.
- Foitik, Th., Methoden der Kartoffelaufbewahrung. Wiener landw. Ztg. 55. Jahrg. Wien 1905.
- Fraas, Zusammenfassendes und Geschichtliches über die Kartoffelkrankheit in: „Geschichte der Landwirtschaft“. Prag 1852.
- — Über die Ursachen der Kartoffelkrankheit überhaupt und der Rostfäule insbesondere. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Prag 1846.
- Frank, B., Die neueren Forschungen über die Ursache des Faulens der Kartoffeln. Zeitschrift für Spiritus-Industrie. Ergänzungsheft II. 1897.
- — Neue Ergebnisse über die Ursachen der Kartoffelfäule. Deutsche landwirtschaftliche Presse. XXIV. Jahrg. Berlin 1897.
- — Welche Verbreitung haben die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule in Deutschland? Deutsche Landwirtschaftliche Presse. XXV. Jahrg. Berlin 1898.
- — Untersuchungen über die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule. Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. XVI. Berlin 1898.
- — Das Beizen der Saatkartoffeln. Zeitschrift für Spiritusindustrie. XXI. Jahrg. 1898.

- Frank, B., Die Bakterienkrankheiten der Kartoffeln. Mit 3 Figuren. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. V. Bd. 1899.
- — und Krüger, F., Über den Reiz, welchen die Behandlung mit Kupfer auf die Kartoffelpflanze hervorbringt. (Vorläufige Mitteilung) eingegangen den 20. Januar 1894. Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. XII. Berlin 1894.
- — Über den direkten Einfluß der Kupfervitriol-Kalkbrühe auf die Kartoffelpflanze. Hierzu eine Tafel. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Heft 2. 1894.
- — Untersuchungen über den Schorf der Kartoffeln. Mit einer Tafel. Zeitschrift für Spiritus-industrie. Ergänzungsheft I. 1896.
- — Bemerkungen über die Kräuselerkrankung und verwandte Staudenkrankheiten der Kartoffel. Centralbl. für Bakt. II, 1898.
- — Prüfung des Verfahrens der Beizung der Kartoffelsaatknollen zur Erzielung höherer Erträge. Deutsche Landwirtsch. Presse. 26. Jahrg. 1899.
- Franz, H., Studien an der Kartoffelknolle. Beiträge zur wissenschaftlichen Begründung einer rationalen Praxis der Kartoffelkultur. Dissertation. Göttingen 1873.
- — Die Kartoffel als Saatgut. Berlin 1878.
- Froggatt, W. W., Caterpillar Plagues, with an account of the Potato pests at Windsor. The Agricultural Gazette of New South Wales. 12. Bd. Sidney 1901.
- — The Potato Moth (*Lita sonanella* Bois.). The Agricultural Gazette of New South Wales. Bd. 14. Sidney 1903. S. 321.
- Galloway, B. T., Einige wichtige Pflanzenkrankheiten in den Vereinigten Staaten, sowie deren Bekämpfung. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Jahrg. 1896. Bd. VI.
- — Some destructive potato diseases. Bull. No. 15. Washington 1894.
- — Potato diseases and their treatment. Farmers' Bull. No. 91. Washington 1899.
- Garman, H., Corrosive Sublimate and Sulphur for Potato Scab in 1896. Corrosive Sublimate vor Potato Scab in 1897. Bull. No. 72. Kentucky 1898.
- — Potato Scab Experiments. Bull. 81. Kentucky 1899.
- — Experiments with potato scab. Bull. No. 91. Kentucky 1901.
- Gasparin, H. v., Über die Kartoffelkrankheit. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. 1846. Bd. II. (Aus den Comptes rendus, 1845.)
- Gaudichaud, Ch., Aperçu sur les causes physiologiques de la maladie des pommes de terre. Comptes rendus des séances de l'académie des Sciences, tome XXII. 1846.
- — Recherches sur les causes premières de la maladie des pommes de terre. Extrait des Comptes rendus des séances de l'académie des Sciences, tome XXII. 1846.
- — Remarques sur l'altération des pommes de terre en 1846. Extrait des Comptes rendus des séances de l'académie des Sciences, tome XXIII. 1846.
- Gauthier, R. R., Conservation et plantation des pommes de terre pour accélérer la végétation et éviter la maladie à l'usage de la grande culture. Paris 1863.
- Gebel, A., Die eigentliche Ursache der herrschenden Kartoffelkrankheit und die Mittel zur Entfernung der letzteren. Breslau 1847.
- Geißler, Die Kartoffelkrankheit und das zu ihrer gründlichen Heilung anzuwendende einzig untrügliche Heilverfahren. Berlin 1852.
- Gerstaecker, A., Der Colorado-Käfer (*Doryphora decemlineata*) und sein Auftreten in Deutschland. Im Auftrage des Kgl. Preussischen Ministeriums für die landwirtschaftlichen Angelegenheiten nach eigenen Beobachtungen und amtlichen Quellen. Cassel 1877.
- Gillin, P., La maladie de la pomme de terre et son traitement. Le Progrès Agricole et Viticole. 22. Jahrg. Bd. 43. 1905.
- Girard, A., Recherches sur l'adhérence aux feuilles des plantes et notamment aux feuilles de la pomme de terre, des composés cuivrés destinés à combattre leurs maladies. Comptes rendus. 1892.
- Gleditsch, J. G., Vermischte Physikalisch - Botanisch - Ökonomische Abhandlungen. VII. Neue Physikalisch-Ökonomische Beobachtungen und Versuche über die Vermehrungsarten der Tartuffelstaude und ihre darauf gegründete ausnehmende Fruchtbarkeit. Halle 1769.
- Goldenberg, G., Observations sur la maladie des pommes de terre. Straßbourg 1849.
- Gouin, A., La nouvelle maladie des pommes de terre. Revue de Viticulture. Bd. 17. Paris 1902.
- Graff, Über den Kartoffelbau. Zeitschrift des landwirtschaftl. Zentralvereins d. Provinz Sachsen-Magdeburg. II. Bd. 1845.



- Grandenau, L., *Le Solanum Commersonii. Sa culture à Verrières (Vienne) par M. Labergerie.* Journal d'agricult. prat. 68. Jahrg. 1904.
- Gravenstein, Über Erhöhung der Kartoffelerträge durch Bekämpfung der Kartoffelkrankheit. (Phytophthora infestans). Berlin 1892.
- Gröling, v., Über Gülichs Methode. Amtl. Vereinsblatt d. l. V. f. d. Rgbz. Potsdam. 1870.
- Groß, E., Ventilationseinrichtung für Kartoffel-, Rüben- und sonstige Mieten. Wien. Österreich.-Ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft. 1903.
- Grouven, H., Versuche über den Zusammenhang zwischen Witterung, Boden und Düngung in ihrem Einfluß auf die Qualität und Quantität der Kartoffelernten. Neue landw. Zeitung. 1868.
- Grove, W. B., Warty disease of potatoes. The Gardeners Chronicle. Bd. 38. London 1905.
- Guempell, L., Bemerkungen über die sogenannte Kartoffel-Epidemie. Centralblatt d. landw. Ver. i. Bayern. Jahrg. XXXII.. 1842.
- Guéraud de Laharpe, S., Une nouvelle maladie de la pomme de terre. Journal d'agricult. prat. 66. Jahrg. Bd. 1. 1902.
- Gülich, E. L., Der Kartoffelbau. Altona 1868.
- Gümbel, Momente zur Ergründung des Wesens der Trauben- und Kartoffelkrankheit. Landau 1854.
- Gumprecht, Erfahrungen beim Kartoffelbau. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Zeitschr. für alle Zweige der Landwirtsch. usw. von André. Prag 1844. Bd. 67. S. 275.
- Güssow, H. T., Beitrag zur Kenntnis des Kartoffelgrindes. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. XVI. Bd. 1906.
- — Potato Scurf and Potato Scab. Journal of the Royal Agricult. Soc. of England. Bd. 66. 1905.
- Guthke, R., Die Behandlung der Kartoffeln mit Bordelaiser Brühe. Hannover'sche Land- und forst-wirtsch. Ztg. 1900.
- Gutzeit, E., Bekämpfung der Kartoffelkrankheit und Steigerung des Knollen-Ertrags durch Anwendung von Kupferkalkbrühe. Fühlings landw. Zeitung. 1899.
- Hagedorn, Zusammenstellung der Versuche zur Prüfung des Gülich'schen Verfahrens. Neue landw. Ztg. 1869.
- — Birnbaum, Paulsen, Über Entlaubung der Kartoffeln. Deutsche landwirtschaftliche Zeitung. 1871.
- Hall, J. J. van, Het Aardappelschurft. Tijdschrift over Plantenziekten 1902.
- — Bijdragen tot de kennis der Bakteriele Plantenziekten. Amsterdam 1902.
- Hallier, E., Phytopathologie. Leipzig 1868.
- — Reform der Pilzforschung. Offenes Sendschreiben an Herrn Professor de Bary zu Straßburg. Jena 1875.
- — Die Ursache der Kräuselkrankheit. Zeitschrift für Parasitenkunde. Jena 1875.
- — Die Plastiden des Pflanzenreichs. Leipzig 1878.
- Halstedt, B. D., Experiment in Infecting the Soil with the Potato Scab Fungus. 18. Jahresbericht der Versuchsstation für New Jersey 1899.
- — Experiments with Potatoes. 19. Jahresbericht der Versuchsstation für New Jersey 1899.
- — Experiments in infecting soil with potato fungus. American Gardener. Bd. 19. 1898.
- — Soil fungicides for potato and turnip diseases. Jahresber. New Jersey 1900.
- — Potato Experiments in 1900. 25. Jahresber. New Jersey 1901.
- Harcourt, R., The chemical composition of some insecticides for the potato beetle. Jahresbericht Ontario 1903.
- Harrison, F. C., A bacterial rot of the potato, caused by Bazillus solanisaprus. Centralbl. für Bakt. Abt. II. Bd. XVII. 1906.
- Harting, Recherches sur la nature et des causes de la maladie des pommes de terre en 1845. I. Klasse Nieuwe Verh. XII. Deel. Amsterdam 1846.
- Hecke, L., Untersuchungen über Phytophthora infestans De By. als Ursache der Kartoffelkrankheit. Journ. f. Landw. Bd. XLVI. 1898.
- Heiden, Ed., Versuche über Entlaubung der Kartoffeln. Die landw. Versuchsstationen. Bd. VII. 1865.
- — Beitrag zur Frage des Grindigwerdens der Kartoffeln. Tagebl. d. Naturforscherversammlung zu Salzburg. 1881.
- Heinricher, E., Notiz zur Frage nach der Bakterienfäule der Kartoffeln. Ber. der Deutsch botan. Ges. Bd. 20. 1902.
- Hellriegel, Minderertrag an Knollen bei vorzeitiger Laubberaubung. Annalen der Landwirtschaft. 1873.

- Hellriegel, Anbauversuche über Saatgutmenge, Pflanzräume, Größe und Teilung des Saatgutes. Amtl. Vereinsbl. d. l. Centralv. der Mark Brdbg. 1872.
- Helms, R., Potato scab. The Producers Gazette and Settler's Record Western Australia. Bd. 5. 1898.
- — Plant Diseases. Journal of the Department of Agriculture of Western Australia. Bd. VIII. 1903.
- Henderson, L. P., Potato Scab. University of Idaho Agric. Exper. Stat. Bull. 52. 1906.
- Henneberg, W., Versuche über die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Kartoffelsorten gegen Fäulnisbakterien. Zeitschrift für Spiridusindustrie. 29. Jahrg. 1906.
- Herberger, E., Mémoire sur la maladie actuelle des pommes de terre. Liège 1846.
- Hiltner, L., Zur Frage des Abbaues der Kartoffeln. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. 3. Jahrg. 1905.
- — Jahresbericht der kgl. bayer. agrikulturbotanischen Anstalt. 1906.
- Hlubek, Die Kartoffelseuche in den Verein. Staaten von Nordamerika und die hierüber dort amtlich gesammelten Erfahrungen, Ansichten und Vorschläge. Ökon. Verhandl. u. Neuigkeiten. 1846.
- — Die Kartoffelkrankheit. Ökonom. Neuigkeiten u. Verhandl. II. Bd. 1847.
- — Die Kartoffelkrankheit in Steiermark, Kärnten und Krain 1846. Ökonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. Bd. 73. Prag 1847.
- Hoffmann, Keimung der Pilze. Ber. über die Verhandl. der Sekt. d. 33. Versamml. Deutsch. Naturf. u. Ärzte aus Beilage z. Botanischen Zeitung. 15. Jahrg. 1857.
- Holle, v., Über den Kartoffelpilz. Botanische Zeitung. 16. Jahrg. 1858.
- Hollrung, Praktische Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes durch Beizung der Saatkollen. Deutsch. landw. Presse 1896.
- — Kartoffelschorf und seine Bekämpfung. Zeitschr. f. Naturwissensch. 1898.
- Holtz, G., Verfahren zur Konservierung von Kartoffeln und Rüben im Winter auf dem Felde. Deutsche Landwirtschaftliche Presse. 31. Jahrg. 1904.
- Houilliot, M., La gangrène de la tige de la pomme de terre. Journal d'Agriculture pratique 65. Jahrg. Paris 1901.
- Howard, James, Potato Disease. (The Gardener's Chronicle, Bd. XX. 1883).
- Hoyer, E. H. A., Die Kartoffel und deren Krankheit. Ein Beitrag zum rationellen Bau der Kartoffel. Detmold 1852.
- Hume, H. H., Kartoffelkrankheiten (Potato Diseases). Bull. No. 75. Florida 1904.
- Humphrey, Potato scab in 8 Ann. Rep. of Massasuch. Agr. Exp. Stat. 1890.
- Hering, E., Über Milben an und in kranken Kartoffeln. Stuttgart 1846.
- Ide, A. u. Bos, J., Eenige woorden over appelschurft. Tijdschrift over Plantenziekten. 8. Jahrg. 1902.
- Jahn, Untersuchung der Kartoffeln auf ihren Gehalt an Stärkemehl. Zeitschrift des landwirtschaftlichen Zentralvereins der Provinz Sachsen. II. Bd. Magdeburg 1845.
- Janssen, C. A. und Schacht, H., Über Kartoffelkrankheit. Mitteilungen aus den Verhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Hamburg. Vom Jahre 1845 u. 1846.
- Jatschewski, A., Bakterialnaja boljäsň kartofelja (Bakterienkrankheit der Kartoffel). Blätter für Pflanzenschutz (Listok dla borby c boljäsňami i powreschdjenijami kulturnič i dikorastuschich poljenič rastenij). 4. Jahrg. Petersburg 1905.
- Jattka, Fr., Zweijährige Kartoffel-Bespritzungs-Versuche. Deutsche Landw. Presse. 29. Jahrg. 1902.
- Jebens, J. Ch., Uneigennützigte Mitteilung einer beim Kartoffelbau gemachten neuen Entdeckung, die für Landwirte und Kartoffelbranntweinbrenner, wie für Naturforscher und Pflanzenkenner gleich wichtig und interessant ist. Nebst wiederholter, auf praktisch-bewährten Nutzen begründeter, Anempfehlung des Fruchtwechsels und der halben Stallfütterung mit Kartoffeln usw. Altona 1828.
- Jellet, J. H., On the chemical changes wich take place in the Potato during the progress of the disease. Proceedings of the royal irish academy. Second Ser. Vol. II. Sience-Dublin 1875—1877. 1876.
- Jensen, H., Versuche über Bakterienkrankheiten bei Kartoffeln. Centrälbl. f. Bakt. 2. Abt. VI. 1900.
- Jensen, J. L., Die Kartoffelkrankheit kann besiegt werden. Deutsch v. H. Bay. Leipzig 1882.
- — La maladie des pommes de terre et le buttage de protection. Copenhagen 1885.
- — Moyens de combattre et de detruire le Peronospora de la pomme de terre. (Mémoires de la société nationale d'agriculture, t. CXXXI. 1887.)
- — On the Spreading of the Potato Disease. (G. Chr., XXI, 1884, I.)
- — Die Kartoffelkrankheit und der Schutz gegen dieselbe durch Anhäufeln mit Erde. (Hannov. Land- u. Forstwirtsch. Vereinsbl. 24. Jahrg. 1885. No. 27.)



- Jessen, C. F. W., Über die Lebensdauer der Gewächse. Eine gekrönte Preisschrift. Verhandl. d. Kaiserl. Leopold-Carol. Akademie der Naturforscher. 25 Bd. Breslau und Bonn 1855.
- Johnson, T., Diseases of the potato and other plants in Ireland. Department of Agriculture and Technical Instruction for Ireland. Department's Journal Vol. III. 1902.
- — Phellomyces sclerotiphorus Frank. A cause of potato scab and dry rot. The oeconomic proceedings of the royal Dublin Society. Vol. I. part. V. No. 6. April 1903.
- Jones, L. R., Certain potato diseases and their remedies. Bulletin No. 72. Vermont 1899.
- — Potato Diseases and their remedies. 13. Jahresbericht. Vermont 1901.
- — Potato Scab and its prevention. Bulletin No. 85. Vermont 1901.
- — Diseases of the potato in relation to its development. Trans. Mass. Hort. Soc. 1903.
- — Concerning disease resistance of potatoes. 18. Jahresbericht. Vermont 1904/05.
- — Disease resistance of potatoes. U. S. Dep. of agr. Bur. of plant industry. Bull. 87. Washington 1905.
- Jones, L. R. und Edson, A. W., Potato Diseases and their remedies. 14. Jahresber. Vermont 1901.
- Jones, L. R. u. Morse, W. J., Potato diseases and their remedies. 18. Jahresber. Vermont 1903/04. S. 386—399. 18. Jahresbericht. 1904/05.
- — Potato Diseases and their remedies. 15. und 16. Jahresbericht der Versuchsstation für Vermont 1903.
- — The relation of date of digging potatoes to the development of the rot. Proc. Soc. Prom. Agric. Science. Bd. 25. 1904.
- Jones, L. R. u. Orton, W. A., Potato diseases and their prevention in 1897. 11. Jahresbericht der Versuchsstation für den Staat Vermont 1898.
- — Potato diseases and their remedies. 12. Jahresbericht. Vermont 1899.
- Jordan, W. H., Stewart, F. C. und Eustace, H. G., Effects of certain arsenites on potato foliage. Bull. No. 267 der landwirtschaftlichen Versuchsst. New York 1905.
- Juch, E. W., Das Ganze des Kartoffelbaues. Oder Geschichte, vorteilhaftester Anbau und Benutzung der Kartoffeln. Mit Zusätzen eines aufmerksamen Kartoffelpflanzers. Ulm 1818.
- Jüttner, J., Sollen noch ferner Kartoffeln gebaut werden oder nicht? Eine der wichtigsten Fragen des Augenblicks. Wien 1847.
- Julien, St., Krankheit der Kartoffel von 1829—1845, oder Anleitung zur Sicherung der künftigen Ärndte, Veredelung der Kartoffel überhaupt und Bewahrung der diesjährigen Crescenz. Koblenz 1845.
- Iwanoff, S., Über die Kartoffelbakteriosis in der Umgegend von St. Petersburg im Jahre 1898. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. IX. 1899.
- Kahl, A., Sollen wir die Kartoffeln gegen Phytophthora mit Kupfervitriol-Kalkbrühe spritzen? Ill. landw. Ztg. Bd. 23. 1903.
- Kalina, M., Ritter v., Über die Kartoffelkrankheit, welche seit drei Jahren und immer in mehreren Gegenden sich einfundet. Ökonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. Bd. 64. Prag 1842.
- Kannemann, O., Einrichtung, das Fortschreiten der Kartoffelkrankheit zu verhüten. Börsennachrichten v. d. Ostsee. 1885.
- Karmrodt, Über den Einfluß stickstoffhaltiger Superphosphate auf die Kartoffelpflanze und die Qualität der Ernte. Zeitschr. d. l. E. f. Rheinpreußen. 1865.
- — Im Generalbericht über die von den landw. Akademien und Versuchsstationen eingereichten Spezialberichte, ihre in den Jahren 1862 und 1863 ausgeführten Untersuchungen über die Kartoffelkrankheit und das Kartoffelwachstum umfassend. Annalen d. Landw. 1864.
- Karsten, H., Zweiter Bericht über die von den landwirtschaftlichen Akademien und Versuchsstationen eingereichten Spezialberichte, betreffend die in den Jahren 1864 und 1865 ausgeführten Untersuchungen über die Kartoffelkrankheit und das Kartoffelwachstum. Annalen der Landwirtschaft. 49 Bd. 25. Jahrg. 1867. (Vergl. auch: Berichte usw.)
- — Über Pilze, welche die Trockenfäule der Kartoffeln begleiten. Botan. Untersuch. aus dem physiol. Lab. der landwirtsch. Lehranstalt in Berlin. I. Heft. Berlin 1865.
- Kersten, Über äußerlich anwendbare Schutzmittel. Annalen der Landw. 1867.
- Kielmann, Die Kultur von Frühkartoffeln in Kegel. Annalen der Landwirtschaft. VI. Jahrg. XII. Bd. 1848.
- Kinney, L. F., The downy mildew of the potato blight. The Bordeaux mixture as a prevent, to the potato blight. experiments with, at this Station. (Ann. Rep. Rhode Isl. Agr. Exp. Stat. 3 pt. 2. Providence 1891.)

- Kleemann, Zur Abwehr der Kartoffelkrankheit. Zeitschr. d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. XX. Bd. 1863.
- Kloning, J. und Wüthrich, E., Bekämpfung der Kartoffelkrankheit durch Bespritzung der Stauden mit Kupfersalzlösungen. Bern (Wyss) 1891.
- Klipp, O., De ziekte der aardappelen. Tijdschrift over boomteelt. 1900.
- Klotsch, J. F., Kulturverfahren zum Schutze der Kartoffeln gegen Krankheit. Annalen der Landwirtschaft. VI. Jahrg. XI. Bd. 1848.
- Knecht, P., Keine Hungersnot mehr! oder die einzigen unfehlbaren Mittel, um die Kartoffel im höchsten Ertrage gesund, nahrhaft und fruchtbar zu ziehen und deren Krankheiten auszurotten. Solingen und Mülheim a. Rh. 1848.
- Kock, G., Die Knollenfäule der Kartoffel und ihre Bekämpfung. Östr. landw. Wochenschrift Wien 1905.
- Kollar, V., Bericht über die Abhandlung des Dr. Schneider, betreffend ein Insekt, welches die Kartoffelkrankheit verursacht. Wien 1852.
- Koch, H., Versuche mit der Saatkartoffelbeizung. Deutsche landwirtsch. Presse. 27. Jahrg. 1900.
- Kramer, Bakteriologische Untersuchungen über die Naßfäule der Kartoffelknollen in Österreich. Landw. Centralbl. I. 1891.
- Kreyssig, W. A., Die jetzt so verheerend auftretenden Kartoffelkrankheiten, die Trockenfäule und die Schorfkrankheit oder Pocken, in ihrem Wesen, ihren Ursachen und mit naturgemäßen und praktischen Mitteln zu ihrer Verhütung. Braunschweig 1845.
- — Not- und Hilfsbuch gegen die Wirkungen der herrschenden Kartoffelkrankheit. Königsberg 1849.
- Krone, Über Entstehung der Pockenkrankheit bei den Kartoffeln. Zeitschrift des landwirtschaftl. Central-Vereins. II. Bd. Magdeburg 1845.
- Krüger, F., Zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes. Deutsche Landwirtschaftliche Presse. XXVI. Jahrgang. 1899.
- Kuers, F. A., Die Diätetik oder Gesundheitspflege des Pferdes, Schafes, Rindes. Berlin 1839. Teil: Der allgemeine Futterwert sämtlicher Nahrungsmittel.
- Kühn, J., Die Kartoffelkrankheit. Zeitschr. d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. XIX. Bd. 1862.
- — Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und Verhütung. Berlin 1859.
- — Die Pocken- und Warzenkrankheit der Kartoffel. (Rhizoctonia violacea Tulasne.) Zeitschr. d. l. E. f. d. Prov. Sachsen. 1868.
- — Das Durchwachsen der Kartoffeln. Zeitschr. f. l. E. d. Prov. Sachsen. 1868.
- — Mitteilungen des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle. Über die Verbreitung der Kartoffelkrankheit im Boden, und ihr Umsichgreifen in Kellern und Mieten. Separatabdruck aus der Zeitschrift d. landw. Central-Vereins der Provinz Sachsen. 1870.
- — Bericht über Versuche zur Prüfung des Gülich'schen Verfahrens beim Anbau der Kartoffeln. Halle 1872.
- — Benutzung kranker Kartoffeln. Fühling's Landw. Zeit. 1880.
- — Die Wurm- und Fäule, eine neue Erkrankungsform der Kartoffel. Zeitschr. d. landw. Central-Vereins d. Prov. Sachsen. 45 Bd. 1888. S. 315. S. auch: Deutsche landw. Presse. Jahrg. 15. 1888.
- — Über die Schorf- und Pockenkrankheit der Kartoffeln. Zeitschr. d. landw. Central-Vereins d. Prov. Sachsen. 46. Bd. 1889.
- Kunerski, v., Von einem Schüler Thaer's. Die Ursache der Trockenfäule der Kartoffeln sind die Insekten. Die Kartoffel ist in ihren Pflanzensäften nicht entartet, sondern noch ebenso vortrefflich in denselben, als vor hundert Jahren. Berlin 1845.
- Kusano, S., Phytophthora infestans found in Japan. Botanical Magazine. Tokyo 1901.
- Küster, J., Beobachtungen eines Landwirthes über die Entstehung der Kartoffel- und Getreidekrankheit und Viehsäuche. Düsseldorf 1870.
- Küttlinger, Versuche und Beobachtungen über die Stockfäule der Kartoffeln zu Erlangen. Als Beitrag zu der Frage über die Bedeutung des Pilzes Fusisporium Solani und den Unterschied der trocknen und nassen Fäule. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. II. Bd. 1846.
- Kützing, Über die Zellenfäule der Kartoffeln. Botanische Zeitung. 3. Jahrg. 41. St. und Nordhäuser Nachrichten, 37. St. 1845.
- Labergeie, M., Le Solanum Commersoni et ses variations. Culture de Verrières (Vienne), en 1904. Journal d'agricult. prat. 68. Jahrg. 1904.
- Biol. Arb. Bd. V.



- Lagerheim, G. u. Wagner, G., Bladfläcksjuka a potatis [*Cercospora concors* (Casp.) Sacc]. Kgl. Landbrucks-Akademiens Handlingar och Tidskrift. 42. Jahrg. Stockholm 1903.
- Landes-Ökonomie-Kollegium, Königl. preuß., Die Kartoffel-Krankheit betreffend. Bekanntmachung an sämtliche landwirtschaftliche Zentralvereine. Abgedruckt in Annalen der Landwirtschaft. III. Jahrg. VII. Bd. 1845.
- — Bekanntmachung betr. ein von Dr. J. F. Klotz vorgeschlagenes Kulturverfahren zum Schutze der Kartoffeln gegen Krankheiten. Annalen der Landwirtschaft. VI. Jahrg. XI. Bd. 1848.
- Läubert, R., Phytophthora-krankte Kartoffeln. Deutsche landw. Presse. 32. Jahrg. 1905.
- Laurent, E., Recherches experimentales sur les maladies des plantes in Ann. de l'Inst. Pasteur XIII. 1899.
- — Le trempage des pommes de terre dans le sulfate de cuivre. Le Progrès Agricole et Viticole. 20. Jahrg. Bd. 39. Montpellier 1903.
- Lawes und Gilbert, Über die Zusammensetzung der Kartoffeln. (Aus „Chemical News“. Bd. 38. 1878; cit. in Biedermann's Centralblatt. 1878.
- Lawson, P. & Son, The Agriculturist's manual. A report of Lawsons agricultural museum in Edinburgh. 1836.
- Lawson, G., Potato Disease: Protective Moulding. (Gard. Chr. 1884, I.)
- Legeler, Beitrag zur diesjährigen Kartoffelkrankheit. Botanische Zeitung. 4. Jahrg. 1846.
- Lehmann und Ulbricht, Über ganze und zerschnittene Saatknochen. Chem. Ackersm. 1868.
- Lenné, Ergebnisse des Kartoffelbaues auf dem Versuchsfelde der Königl. Landes-Baumschule bei Potsdam nebst systematischer Beschreibung der daselbst kultivierten Sorten. Berlin 1855.
- Lengerke, v., Die Kartoffelpflanzung mit Moosunterlage betreffend. Annalen der Landw. Bd. 19. 1852.
- Leonhardi, M. F. G., Über den Kartoffelbau in Groß-Britannien. Aus dem Englischen übersetzt und für deutsche Landwirte umgearbeitet. Leipzig 1797.
- Lepoutre, B., Recherches sur la transformation experimentale de bactéries banales en races parasites des plantes in Ann. de l'Inst. Pasteur XVI. 1902.
- Lesne, A., Une nouvelle maladie de la pomme de terre. Revue horticole. 73. Jahrg. Paris 1901.
- Lestiboudois, M. Thém., Membre résidant. Rapport sur la maladie des pommes de terre. Mémoires de la Société royale des Sciences de l'agriculture et des Arts de Lille. Lille 1845.
- Liebig, J. v., Kartoffelkrankheit. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Prag 1846. S. 93.
- — Die Naturgesetze des Feldbaues. 8. Aufl. 1864.
- Lindau, Die durch Pilze verursachten Krankheiten. Bd. II v. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. III. Aufl. Berlin 1905.
- Linderunth, H., Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landwirtschaftl. Jahrb. Berlin 1878.
- Löbe, W., Die Krankheiten der Kartoffeln, ihre Kennzeichen und Ursachen, ihre Verhütung und Folgen. Leipzig 1842.
- Löffler, C., Grundzüge der Kultur der Pflanzen und physiologische Erklärung der Kartoffelkrankheit. Karlsruhe 1854.
- Lortet, D. M., De la constitution atmosphérique des mois d'Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout et Septembre 1845, considérée comme cause déterminante de la maladie des pommes de terre. 1845.
- — Considérations de la maladie des pommes de terres. Lyon 1845.
- Lounsbury, C., Potato Tuber Moth. The Agricultural Journal. Cape of Good Hope. Bd. 21. 1902.
- Lüdersdorff, Bericht der Centralkommission f. d. agrik.-chem. Versuchswesen a. S. E. d. Herrn Minister f. landw. Angelegenheiten betreffend Kartoffelanbauversuche nach der Gülich'schen Methode. Ann. d. Landw. Bd. 57.
- Ludwig, J. A. J., Abhandlung von den Erdäpfeln. Bern 1770.
- Lueder, Einige Mitteilungen über die neuerlich mehrfach zur Sprache gekommene Kartoffelkrankheit der Horst- oder Stockfäule. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. 1842.
- Mac Alpine, D., Early Blight of the Potato. [*Alternaria solani* (E. u. M.) Jones u. Grout.] Journal of the Dep. of Agricult. of Victoria. 2. Jahrg. Melbourne 1904.
- Mac-Dougall, R. St., Potato Leuf-Curl. The Journal of the Board of agriculture. Vol. XII. 1905.
- Mac Weeney, E. J., Two sclerotinia diseases of potatoes. The british mycological society. Transactions for 1897/98.
- Märker, Über den Einfluß der Düngung auf das Auftreten der Kartoffelkrankheit und den Stärkegehalt der Kartoffeln. Landw. Jahrbücher 1880. Heft III. (Nach Biedermann's Centrbl. f. Agrik.-Chem. 1880.)

- Mangin, L., Sur la pourriture des pommes de terre. Journal d'agriculture pratique 1899.
- Manz, E. F., Versuche und Beobachtungen über den Kartoffelbau und die Krankheiten der Kartoffeln besonders im Jahre 1845. Stuttgart 1845.
- — — — — Erörterungen über die Kartoffel-Krankheit im Jahre 1846, und Ratschläge zu deren Verhütung im Jahre 1847. Stuttgart.
- Marek, G., Über den Einfluß der Bodenbeschaffenheit und der Kulturmethode auf die Ausbreitung der Kartoffelkrankheit. (Georgine, Jahrg. 53, No. 41.
- — — — — Zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheit durch Kupfervitriolpräparate und die Notwendigkeit der Einführung eines Gesetzes für die allgemeine Bekämpfung der Kartoffelschädlinge. (Fühling's Landw. Ztg. 40. Jahrg. Leipzig 1891.)
- Maresch, P., Die gefährdete Kartoffelernte. Der Kartoffelblattsauer. (Eine Cicadine.) Chlorita flavescens Fbr.. Centralblatt für die Mährischen Landwirte. 1899. No. 17. Ref. in Centralbl. für Bakt. Abt. II. Bd. 5. 1899.
- Marguerite-Delacharlonny, Die Unterdrückung der Kartoffelkrankheit durch Eisensulfat. Aus Journal d'agric. pratique 1880, t. 1, No. 4, cit. Biederm. C. Bl. f. Agriculturchemie. 1889.
- Marre, E., La maladie bacillaire de la pomme de terre. Le Progrès Agricole et Viticole. 20. Jahrg. Bd. 39. Montpellier 1903.
- Martius, C. Fr. Ph., Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre oder die Stockfäule und Räude der Kartoffeln, geschildert und in ihren ursächlichen Verhältnissen erörtert. München 1842.
- — — — — Sendschreiben an Herrn Prof. Bergsma in Utrecht. Über die diesjährige Krankheit der Kartoffeln oder die nasse Fäule. München 1845.
- — — — — Sendschreiben über die Kartoffelkrankheit. Utrecht und Düsseldorf 1846.
- Massée, G., Some diseases of the potato. The Queensland Agricult. Journ. 15. Jahrg. 1904.
- — — — — Diseases of potato Journ. of the R. horticult. Soc. Bd. 29. 1904.
- Masters, The prevention of potato-disease. Gard. Chron. Bd. XII. 1892.
- Matrucho, L. und Molliard, M., Sur le Phytophthora infestans. Annales mycologici. Bd. 1. Berlin 1903.
- Mayer, A., Over de vermoedelijke oorzaak der „Kringrigheid“ genoemde Ziekte der aardappels. Mededeelingen der rijksproefstationsen van dergelijke inrichtingen. Landbouw Tijdschrift, dl. XI. afl. 5. 1903.
- Mercklin, C. E. v., Die Kartoffelkrankheit in den Ostseeprovinzen. Arb. d. naturf. Ver. in Riga. Bd. I. 1848.
- — — — — Nachträgliche Bemerkungen zur Kartoffelkrankheit. Riga 1856.
- Meyer, J. G., Die höchsten Erträge der Kartoffel durch den Anbau der neusten und ertragreichsten Varietäten, ihre Kennzeichen und Krankheiten. Hamburg 1865.
- Meyer, L., Das Bespritzen der Kartoffeln mit Kupferkalkbrühe und seine Rentabilität. Ill. landw. Ztg. Bd. 23. 1903.
- Michel, Einige Beobachtungen über die Kartoffelfäule. Zeitschrift f. d. Niederrhein. landw. Verein. 1840.
- Moore, R. A., On the Prevention of Oat Smut and Potato Scab. Bull. No. 98. Wisconsin 1903.
- Morren, K., Volks-Onderrigtingen over de midelen om de tegenwoordige ziekte (Den natten kanker) Aerdappelen te bestryden en te vernietigen, als ook over de manier om Gedurende den Winter den Aerdappelen-Oogst te bekomen; Gevolgd van een onderwys op de Aenkweeking en het Gebruik der Aerdpeeren (Toponambour). Gent 1845.
- Morren, Ch., Nouvelles instructions populaires sur les moyens de combattre et de détruire la maladie actuelle gangrène humide des pommes de terre et sur les moyens d'obtenir pendant l'hiver; et spécialement en France. Paris 1845.
- — — — — Notice sur le botrytis devastateur ou le champignon des pommes de terre. Ann. d. l. soc. Roy d'Agric. et de Bot. de Gand 1845.
- Mortier, B. C. du, Notice sur la cloque de la pomme de terre. Bruxelles 1845.
- Müller, K., Über die Ausartung der roten Kartoffeln. Rheinische Beiträge zur Gelehrsamkeit. Mannheim 1780.
- Münter, J., Sur la maladie des pommes de terres d'après les observations faites dans le nord de l'Allemagne in: Comptes rendus hebdomad. des seances de l'Academie des sciences. No. 18. 1895.
- — — — — Über die Kartoffelkrankheit. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Prag 1846.
- — — — — Die Krankheiten der Kartoffeln insbesondere die im Jahre 1845 pandemisch herrschende nasse Fäule. Berlin 1846.



- Münter, J., Materialien zur Förderung der Kenntnis der im Jahre 1845 im Königreich Preußen beobachteten Krankheiten der Kartoffeln. Annalen der Landwirtschaft in den kgl. preuß. Staaten. V. Jahrg. 1847.
- Murray, G. and Pligh, W., Examination of Mr. A. Stephen Wilsons „Sclerotia“ of Phytophthora infestans. (Journ. of Bot. 1883.)
- Murray, George, Potato Disease. Experiments performed at King's Syon in Connection with the Jensenian System of potatoe Culture 1883. (The Gard. Chr. XX, Bd. 2.)
- Nahodil, Fr., Ein Beitrag zu der schon öfter besprochenen Kartoffelkrankheit. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Bd. 65. Prag 1843.
- Nägeli und Zöllner, Vegetationsversuche mit Kartoffeln. 1863. (Mitgeteilt in Liebig's „Naturgesetzen“. 8. Aufl. 1865.)
- Niethammer, Eine Erfahrung über das Ausstecken von Kartoffelkeimen. Zeitschrift f. d. Niederrhein. landw. Verein. 1839.
- Nilsson, A., Stjelkröta hos potatis. Tijdskrift för landtmän. 25. Jahrg. Lund 1904.
- Nippels, P., Het rotten der aardappelen. Tijdschrift over Plantenziekten 1898.
- Nobbe, Fr., Die Wirkung der Entlaubung und Entknollung auf die Kartoffel und Tobinambourpflanze. Chemnitz 1864. Vergl. auch No. 169. Taf. XII. (Graphische Darstellung der Resultate.)
- Nobbe-Niedertropf, Über das Gülich'sche Verfahren. Zeitschr. d. l. E. f. d. Prov. S. 1871.
- Nohl und Hees, van, Vorschlag eines Mittels zur Heilung der Kartoffelkrankheit. Zeitschr. d. landw. Centralver. II. Bd. 1845.
- Ockel, Mitteilungen über den Anbau verschiedener Sorten Kartoffeln. Annalen der Landwirtschaft. III. Jahrg. 6. Bd. 1845.
- — Bericht über den Anbau verschiedener Kartoffelsorten. Annalen der Landwirtschaft. V. Jahrg. X. Bd. 1847.
- — Bericht über den Anbau verschiedener Kartoffelsorten. Annalen der Landwirtschaft. VI. Jahrg. XII. Bd. 1848.
- Olayfair, D., Die Kartoffelkrankheit. The Journ. of the Royal Agricult. Society of Engl. V b. pag. 532. Übersetzt v. Lainer in d. ökonom. Neuigkeiten u. Verhandlungen. Bd. 73. Prag 1847.
- Opitz, F. A., Das Wesen der Kartoffelkrankheit neuester Zeit. Schneeberg 1846.
- Oven, E. von, Über den Einfluß des Baumschattens auf den Ertrag der Kartoffelpflanze. Proskauer Obstbau-Zeitung 1904.
- Pabst, W. H. v., Anleitung zum Kartoffelbau mit Rücksicht auf die im Herbst 1845 zum Vorschein gekommene Kartoffelkrankheit und deren Folgen. Stuttgart 1846.
- Paddock, Plants diseases of 1901. Colorado Bulletin 69. 1902.
- Parow, Edm., Handbuch der Kartoffeltrocknerei. Berlin 1907.
- Parisot, F., Traitement anti-cryptogamique des pommes de terre. Journal d'agricult. prat. 68. Jahrg. 1904.
- Paulsen, W., Versuch über den Einfluß des Krautabschneidens auf den Ertrag und die Qualität der Kartoffel. (Deutsch. landw. Ztg. 16. Jahrg. 1873.)
- Payen, M., Enquête sur la maladie des pommes de terre en France, pendant les années 1845 et 1846. Examen et analyses de divers échantillons des récoltes. Paris 1847.
- — Boussingault, Gaudichaud. Rapport sur les mémoires qui ont été présentés à l'académie des sciences au sujet de la maladie des pommes de terre. Extrait des Comptes rendus des séances de l'académie des Sciences. tome XXII. 1846.
- Peglion, V., Il mal dello sclerozio delle patate. Italia Agricola. Bd. 34. 1902.
- — La nebbia (Early blight) delle patate. Italia Agricola. Bd. 40. 1903.
- Petermann, A., Expériences sur les moyens de combattre la maladie de la pomme de terre. (Bull. de la Station agronomique de l'état à Gembloux, No. 48. 1891).
- Petzholdt, A., Die Krankheiten der Kulturpflanzen. Botan. Centralblatt für Deutschland. I. Jahrg. 1846.
- — Über Entstehung der sogenannten Kartoffelfäule durch Ansteckung. (Ein Beitrag zur Lehre von der Erkrankung der Pflanzen.) Botan. Centralblatt für Deutschland. I. Jahrg. 1846.
- — Die sogenannte Kartoffelfäule. Eine auf Veranlassung des hohen Ministeriums des Innern unternommene Untersuchung dieser Krankheit. Dresden und Leipzig 1846.
- Pfaff, C. H. und Viborg, E., Über unreife, frühreife und spätreife Kartoffeln und die verschiedenen Varietäten der beiden letzteren, vorzüglich in chemischer und medizinisch-polizeilicher Hinsicht und von der Unschädlichkeit der unreifen und der roten Kartoffeln. Kiel 1807.

- Philipps, G., The potato diseases, its aigin, nature and prevention. London 1895.
- Pinkert, F. A., Die Kartoffelnot unserer Zeit und ihre Abhilfe oder die Krankheiten der Kartoffeln. Weimar 1843 und Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Bd. 67. Prag 1844.
- Pinto, Ch. Graf v., Über den Anbau der Kartoffel obenau und das Bedecken derselben mit Erde, nachdem sie unter der Einwirkung des Lichtes und der Luft gekeimt und Wurzeln gebildet haben Annalen der Landwirtschaft. 45. Bd. 23. Jahrg. 1865.
- Pizzigoni, A., Cancrena secca et umida delle patate. Nuovo Giova. botan. italiano, n. ser., vol. III. Firenze 1896.
- Plack, C. F., Anweisung auf einfache und kostenlose Weise die Kartoffeln zu verbessern und nicht nur viel gesunde, große und wohlschmeckende Kartoffeln zu ernten, sondern auch mindestens das Doppelte des gewöhnlichen Ertrages zu erlangen. Breslau 1845.
- Plathner, G. Die Kartoffelkrankheit in Schlesien in den Jahren 1845 und 1846. Breslau 1847.
- Plieninger, Über die Kartoffelfäule. Württemb. naturwiss. Jahreshfte. III. 2. 1847.
- Plotho, von, Ansichten und Beobachtungen über die jetzt herrschende Kartoffel-Epidemie. Zeitschr. d. landw. Central-Vereins. II. Bd. 1845.
- — Die Kartoffel, ihr Anbau und ihre Aufbewahrung nach eigenen Beobachtungen und Erfahrungen. Magdeburg 1845.
- Plowright, Charles B., Potato Disease. (G. Chr., 1884, II, XXII.)
- — Potato Disease. (Gard. Chr. 1884, II.)
- — Mr. Jensen and de potato disease. (The Gard. Chr., Bd. XX.)
- Potel, H., Molestias cryptogamicas da batata ingleza (Solanum tuberosum e seu tratamento. Boletim da Agricultura. Bd. 10. San Paolo 1899.
- — Molestias cryptogamicas da batata ingleza e seu tratamento. Boletim da Agricultura. San paulo 1900.
- Potter, A new potato disease. Journ. of the Board of Agr. Vol. IX. 1902.
- Preiß, B., Die Kartoffelpflanze, ihre unterirdischen Organe, ihre nutzbringende Kultur und die sich dieser bisweilen entgegenstellenden Krankheiten. Leipzig 1844.
- Prillieux und Delacroix, La gangrène de la tige de la pomme de terre maladie bacillaire. Compt. rend. CXI. 1890.
- — Sur une maladie de la pomme de terre produite per la Phome solanicola n. sp. Bull. Soc. myc. de France. t. VI. 1890.
- Pringsheim, N., Generalbericht über die von den landwirtschaftlichen Akademien und Versuchstationen eingereichten Spezialberichte, ihre in den Jahren 1862 und 1863 ausgeführten Untersuchungen über die Kartoffelkrankheit und das Kartoffelwachstum umfassend. (Vergl. auch unter „Berichte“.) Annalen der Landwirtschaft. 1864.
- — Dritter Bericht der Zentral-Kommission für das agrikulturchemische Versuchswesen die in den Jahren 1866—1869 ausgeführten Untersuchungen über die Kartoffelkrankheiten umfassend. Annalen der Landwirtschaft. 1871.
- — Über die Kartoffelkrankheit. Vierter Ber. d. Central-Kommission für d. agrikulturchem. Versuchswesen. Landwirtschaftl. Jahrb. V. Bd. Berlin 1876.
- Prioton, C., La gangrène de la pomme de terre dans la Charente. Journal d'Agriculture pratique. 65 Jahrg. Paris 1901.
- Protz, W., Die Natur der Kartoffelpflanze, die wahre Ursache ihres krankhaften Zustandes und die Mittel zur Beseitigung desselben durch ein naturgemäßeres Kulturverfahren. Nordhausen 1854.
- Prunet, M. A., Maladies bactériennes de la pomme de terre. Revue de viticulture tome XVIII. 1902. Paris 1902.
- — Le mildiou de la pomme de terre. Revue de viticulture. tome XVIII. 1902.
- Putsche, C. W. E. und Bertuch, F. J., Versuch einer Monographie der Kartoffeln oder ausführliche Beschreibung der Kartoffeln, nach ihrer Geschichte, Charakteristik, Kultur und Anwendung in Deutschland. Weimar 1819.
- Putsche, C. W. E., Über die Kultur und mannigfache Anwendung der Kartoffeln. Nach dem Französischen der Herren Payen und Chevalier bearbeitet und mit Zusätzen vermehrt. Ilmenau 1827.
- Radlkofer, L., Die Kartoffelkrankheit. Vorgetragen in der bayer. Gartenbaugesellschaft. Novbr. 1865.
- Ranzoni, Über die im Monat August 1846 in Böhmen entdeckte Kartoffelkrankheit. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. Prag 1846.



- Reeb, M., Einige Mitteilungen über die Kartoffelkrankheit. Untersuchungen über die Bedingungen der Infektion der Knolle durch die Konidien der Peronospora. Zeitschr. d. l. E. f. d. Prov. S. 1872.
- — Im IV. Bericht der Centralkommission für das agrikult.-chem. Versuchswesen. Landw. Jahrbücher. V. Bd. Berlin 1876.
- Reetz, E., Das entlarvte Kartoffelgespenst. Erfahrungen, Beobachtungen und Versuche über die Kartoffelkrankheit. Jena 1853.
- Regel, E., Die Schmarotzergewächse und die mit denselben in Verbindung stehenden Pflanzenkrankheiten. Zürich 1854.
- — Kartoffelkultur, Kartoffelkrankheit und vergleichende Versuche. Erlangen 1865.
- Reh, L., Ein weiterer Kartoffelbohrer. Prakt. Ratg. 17. Jahrg. 1902.
- Reimann, Düngungsversuche mit Kalk unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses des Kalkens auf die Schorfbildung der Kartoffeln. Zeitschr. der Landwirtschaftsk. Schlesien. 9. Jahrg. 1905.
- Reinke und Berthold, Die Zersetzung der Kartoffeln durch Pilze. Berlin 1879.
- Remy, Versuch zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes. Zeitschr. f. Spir.-Ind. 1898.
- Report of the commission of patents in the U. St., on the potato disease, to Congress. 1845.
- Reuning, Th., Versuchsweise Fütterung von Tieren mit erkrankten Kartoffeln. Landwirtsch. Ztschr. herausg. von dem landw. Hauptverein f. d. Königr. Sachsen usw. II. Jahrg. 1846.
- Richard, H., Die Kartoffelkrankheiten im allgemeinen, besonders aber die jetzt herrschende, ihre Kennzeichen und Ursachen; mit Angabe der Mittel, die schädlichen Folgen der Krankheit zu vermindern und derselben für die Zukunft vorzubeugen. Hamburg 1845.
- Riecke, E. F., Das sogenannte Befallen der Kulturpflanzen insbesondere der Kartoffeln. Nordhausen 1856.
- Riedel, J., Abhandlung über die wahren Ursachen der Kartoffelkrankheit und Verhütung derselben, vom Standpunkte der Physiologie aus bearbeitet und Großh. Hochpreißl. Oberstudienrate bei Gelegenheit seiner bei dieser hohen Behörde abgelegten Staatsprüfung untertänigst vorgelegt. Karlsruhe 1848.
- Rodiczky, E. von, Krankheiten und Feinde der Kartoffeln. Österreich. landw. Wochenbl. 1877.
- Rolfs, F. M., Potato failures. Agricult. exper. stat. Colorado. Bull. No. 70. 1902 u. Bull. 91. 1904.
- — Corticium vagum B. et C. var. Solani Burt. a fruiting stage of Rhizoctonia Solani. Bd. 18. Science 1903.
- Rolfs, F. M., Rhizoctonia and the Potato. Science, N. S. Bd. 14. 1901.
- — dass. second. report, ebenda Bull. Mo. 91. 1904.
- — Kartoffelmißernten. The Agricultural Experiment Station of the Colorado Agricultur College. Bulletin No. 17. 1902.
- Rossum, van, Berichten en meddeelingen doer het genootschaft voor Landbomo en Kruitkunde 1896.
- Roze, M. E., a) Sur des bactériacées de la pomme de terre; b) Sur une nouvelle bactériacée de la pomme de terre; c) La cause première de la maladie de la gale de la pomme de terre (Potato Scab) des Américains. Bulletin de la Société Mycologique de France. Tome XII. 1896.
- — La maladie de la gale de la pomme de terre et ses rapports avec le Rhizoctonia solani Kühn. Compt. rend. LXXXVI. Bull. Soc. Myc. France XIII. 1897.
- Roze, E., Sur quelques bactériacées de la pomme de terre. Compt. S. 16.
- — Sur deux nouvelles bactériacées de la pomme de terre. Compt. S. 96.
- — Sur la cause première de la maladie de la gale de la pomme de terre. Compt. S. 96.
- — Du Phytophthora infestans et de la pourriture des pommes de terre. Bull. de la Soc. mycol. de France 1898.
- — Recherches rétrospectives sur les maladies internes des tubercules de pomme de terre. Bull. de la Soc. mycol. de France. 1898.
- Rüder, H., Schilderung der viele Länder im Westen Europas in diesem Jahre so hart heimsuchenden Kartoffelkrankheit. Beurteilung der Mittel zur Hebung der Krankheit vor der Ernte, Folgen der Krankheit auf die Saat des nächsten Jahres und Beantwortung der Frage, inwieweit sind die ergriffenen Knollen noch nutzbar? Verhandlungen des Vereins zur Beförderung der Landwirtschaft zu Königsberg in Preußen. Königsberg 1845.
- — Versuche über die Keimfähigkeit der Kartoffeln aus Vorräten, die von der Zellenschwindsucht stark heimgesucht wurden. Königsberg 1846.
- Rühlen, W. F., Die Kartoffelkrankheit, ihre Entstehung und Heilung, sowie eine gründliche Anleitung gegen dieselbe, um niemals wiederzukehren. Nach den Gesetzen der Natur und Chemie für Jedermann faßlich dargelegt. Heilbronn 1861.

- Rumm, Zur Frage nach der Wirkung der Kupfer-Kalk-Salze. Ber. d. D. Bot. Ges. XI. 1893.
- Sajo, K., Beobachtungen über die Dürffleckenkrankheit d. Kartoffel i. J. 1896. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VII. Bd. Jahrg. 1897.
- — Beobachtungen und Betrachtungen über unsere neue Kartoffelkrankheit. Promethens 1898.
- Sauberg, F., Die Kartoffelkrankheit im Jahre 1845. Cleve 1845.
- Schacht, H., Bericht an das Königliche Landes-Ökonomie-Kollegium über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. Berlin 1856.
- Schauer, J. C., Die Stockfäule der Kartoffeln. Ein Vortrag gehalten im Eldenaer landwirtschaftlichen Vereine am 15. November 1845. Anclam und Swinemünde 1846.
- Schellenberger, Über Kartoffelschorf. Deutsch. landw. Zeit. 1897. Bd. 14. Jahrg. 1886.
- Schilberski, Ein neuer Schorfparasit der Kartoffelknollen. Ber. d. Bot. Ges. Bd. 14. 1896.
- Schilde, F., Die Kartoffelkrankheit. Ihre Entstehung nebst Anweisung zur gänzlichen Beseitigung derselben. Eine auf mehrfache Erfahrung begründete Schrift. Wittenberg und Zerbst 1852.
- Schindler, Die Regeneration der Kartoffel. Fühling's Landw. Zeit. 1880
- Schinz, H., Monographie des Kartoffelbaues, oder Anleitung zur Saat, Pflege, Einsammlung, Aufbewahrung und Verwendung der Kartoffeln oder Erdäpfel, nebst Schilderung des Wachstums und der Krankheiten dieser Knollenpflanze. Aarau und Thun 1846.
- Schirm, J. W., Ursachen, Wesen und Entwicklung der Kartoffelkrankheit im Jahre 1845. Ökonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. Prag 1846. S. 297.
- Schleiden, M. J., Über die Krankheiten der Kulturpflanzen insbesondere die Kartoffelkrankheit. Zweiter Anhang zu: Die Physiologie der Pflanzen und Tiere und Theorie der Pflanzenkultur. Braunschweig 1850.
- Schlicht, v., Vortrag über die Kartoffelkrankheit gehalten in der Generalversammlung der märkischen ökonomischen Gesellschaft als Centralverein für den Regierungsbezirk Potsdam am 22. November 1845. Zeitschrift des landwirtschaftlichen Provinzial-Vereins für die Mark Brandenburg und Niederlausitz. Frankfurt a. d. O. 1846.
- Schmalz, F., Einiges über die Kartoffeln. Allgem. landw. Monatsschrift. IX. Bd. 1843.
- Schmidt, Betrachtungen über das Schorfigwerden der Kartoffeln. Landw. Wochenschr. f. d. Prov. Sachsen. 1901.
- Schmidt, B., Über die Ruheperiode der Kartoffelknollen. Ber. der Deutsch. bot. Ges. Bd. 19. 1901.
- Schmitt, J. C., Einzige Ursachen, Verhütungs- und Rettungsmittel der jetzt so allgemein verbreiteten Kartoffel-Krankheit. Nürnberg 1847.
- Schöyen, W. M., Om Potetsygen og dens Beckjaempelse, specielt ved Kobbermidler. Separataftryk af „Tidskrift for dat norske Landsbrug.“ Christianie 1896.
- Schroedter, A. W., Neues Verfahren zur vollständigen Verhütung der Kartoffelkrankheit. Breslau 1856.
- Schwerin, Graf v., Auch ein Wort über Kartoffel-Erhaltung. Vortrag des Herrn Grafen v. Schwerin in der Generalversammlung des Potsdamer Central-Vereins am 22. November 1845.
- Schultz-Soest, Entartung der Magnum bonum-Kartoffel. Deutsche landw. Presse 1905.
- Schulze, Kartoffelschorf. Annalen d. Landwirtsch. III. Jahrg. Bd. VII. Heft I. 1846.
- Schumacher, Zusammenstellung der Versuche mit dem Gülich'schen Verfahren. Jahrbuch 1870
- Seidel, Über die sogenannte Fäule der Kartoffeln. Botan. Centralblatt für Deutschland. I. Jahrgang. 1846.
- Selby, A. D., A Rosette Disease of Potatoes, attributed to the sterile Fungus Rhizoctonia. Bulletin No. 145. Ohio 1903.
- — Studies in Potato Rosette II. Bulletin No. 145. Ohio 1903.
- Sempolowsky, Über das Beizen der Kartoffeln. Fühling's Landwirtschaftl. Ztg. 48. Jahrg. 1899.
- Serbinoff, J. L., Die Haarkrankheiten der Kartoffelpflanze. Blätter für Pflanzenschutz (Listok dlja borbü c boljásnami i powreschdenijami kulturnych i dikorastuschschich poljesnych rastenii). 1. Jahrg. Petersburg 1902. S. 44. 47. 1 Abb. (Russisch.)
- Seubert, M., Botanisches Votum über die Kartoffelkrankheit. Zeitschr. d. land. Ver. f. Rheinpreußen 1845.
- Sheppard, J. Potato disease and sort of potatos. Gard. Chron., XII, 1892.
- Shirreff, J., On the Curled Disorder in Potatoes (Memoires of the Caledonien Horticultural Society. Vol. I. Ed. 2. Edinburgh 1819. (Vorgetragen am 6. März 1810.)
- Simler, Kartoffeldüngungsversuch angestellt mit Rücksicht auf Liebig's Erklärung der Kartoffelkrankheiten an der landwirtschaftlichen Anstalt in Muri im Sommer 1864. Aarau.
- Simon, J. D., Von der jetzigen verderblichen Abartung der Kartoffeln oder von derselben seit einigen



- Jahren häufiger erschienenen minder fruchtbaren Bastardpflanzen, nebst angezeigten Mitteln, solchen Übeln vorzukommen und auf die wirksamste Weise Einhalt zu tun. Physikalisch praktische Abhandlungen über die Haus- und Landwirtschaft. I. Teil. Frankfurt a. M. 1782.
- Sissl, J. und Groß, E., Über den Kali- und Phosphorsäuregehalt der Blattschen verschieden stärkerer Kartoffelsorten. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. 1902.
- Sitzungsbericht d. Landwirtschaftl. Central-Vereins d. Prov. Sachsen. 25. Frage. Ist die Trockenfäule der Kartoffeln wieder verschwunden, und durch welche Ursachen entstand jene Krankheit? II. Bd. 1845.
- Smith, W. G., Resting Spores of the Potato Fungus. 1875.
- — Potatoe Disease. (Gard. Chr. 1877, VII. Bd.)
- — The origin of the potatoe disease. (Gard. Chr. 1877, VII.)
- — Potato Disease. (Th. Gard. Chr., XX, 1883.)
- — Pezza Disease of Potato. (The Gard. Chr., XX, 1883, Bd. 2.)
- — Disease of Potatos. (G. Chr., 1884, II, XXII.)
- — Potato scab. Gard. Chronicle. 3. Reihe. 24. Bd. 1898.
- Smith, Erw. F., A bacterial Disease of the Tomate, Eglyplant and Irish Potato (*Bacillus solanacearum*). U. S. Department of Agric. Divis. of vegetable Physiology and Pathology. Bull. No. 12. Washington 1896.
- — Are there bacterial diseases of plants? A consideration of some statements in Dr. Alfred Fischer's Vorlesungen über Bakterien. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. V. Band. 1899.
- — Alfred Fischer in the Role of Pathologist. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. V. Band. 1899.
- — Entgegnung auf Alfred Fischer's „An wort“ in betreff der Existenz von durch Bakterien verursachten Pflanzenkrankheiten. Zweiter Teil. Mit 11 Tafeln. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. VII. Bd. 1901.
- — and Swingle, D. B., The Dry rot of Potatoes due to *Fusarium Oxysporum*. U. S. Depart. of Agricult. Bur. of Plant Industry. Bull. No. 55. Washington 1904.
- Smorawski, J., Zur Entwicklungsgeschichte der *Phytophthora infestans* (Montagne) de By. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der hohen philosophischen Fakultät der Universität Erlangen. Berlin 1890.
- Sorauer, P., Beiträge zur Keimungsgeschichte der Kartoffeln. Fühling's landwirtsch. Zeit. Berlin 1868.
- — Kartoffeluntersuchungen. Neue landw. Zeitung. 1871.
- — Anatomie und Entwicklung der Kartoffelknolle.
- — Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Zweite Auflage. Berlin 1886.
- — Kartoffelgrind. Der Landwirt. 27. Jahrg. 1891.
- — Die Fadenkrankheit der Kartoffeln. (Der Landwirt 1877, No. 86.)
- — Analyse kräuselkranker Kartoffeln. („Beitr. z. landw. Statistik v. Preußen“, für d. Jahr 1875, II. Supplementh. d. „Landw. Jahrb.“, 1877.)
- — Einige Beobachtungen bei der Anwendung von Kupfermitteln gegen die Kartoffelkrankheit. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1893.
- — Die schwarze Trockenfäule der Kartoffeln. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1894.
- — Auftreten einer dem amerikanischen „Early blight“ entsprechenden Krankheit an den deutschen Kartoffeln. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI. Bd. Jahrg. 1896.
- — Ein Feldversuch betreffs Ausbreitung des Kartoffelschorfes. Zeitschrift für die Landwirtschaftskammer Schlesien. 1898.
- — Antwort auf Frank's Artikel: „Eine neue Kartoffelkrankheit“. Centralbl. für Bakt. II. 1898.
- — Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. S. A. aus: XII. Jahresbericht des Sonderausschusses d. Deutsch. landw. Ges. f. Pflanzenschutz 1903. Berlin 1902.
- Speerschneider, J., Die Ursache der Erkrankung der Kartoffelknolle durch eine Reihe Experimente bewiesen. Botan. Zeit. 15. Jahrg. 1857.
- Sprengel, K., Die Lehre von den Urbarmachungen und Grundverbesserungen. Leipzig 1838.
- — Kartoffelschorf betreffend. Allgem. landw. Monatsschrift. X. Bd. 1843.
- Spring, J. L., Bemerkungen über die Ausartung der roten Kartoffel. Rheinische Beiträge zur Gelehrsamkeit. Jahrg. 1781. Bd. II.
- Staes, G., De Bordeauxsche pap. Kleefkracht van verschillende mengels Werking op gezonde aardapelen. Tijdschrift over Plantenziekten. 5. Jahrg. 1899.

- Staes, G., De behandeling van pootaardappelen med Bordeauxsche pap en met formaline. Tijdschrift over Plantenziekten. 1898.
- Stewart, F. C., The Communicability of Potato Stem Blight. Bull. 138. Geneva 1897.
- — Potato diseases on Lony Island in the season of 1895. Bull. No. 101. Geneva 1896.
- — Spraying potates on Lony Island in the season of 1896. Bull. No. 123. Geneva 1897.
- Stewart, F. C., Eustace, H. J. und Sirrine, F. A., Potato-Spraying Experiments in 1902. Bull. No. 221. Geneva 1902.
- — Potato-Spraying Experiments in 1902. Bull. No. 264. Geneva 1905.
- — Potato spraying experiments in 1902, 1903, 1905. Bull. No. 221, 241, 279. Geneva 1902, 1903, 1906
- Stockmar, Über den verderblichen Mißwachs oder die unfruchtbare Abartung unter den seit langer Zeit her bekannten Speisekartoffeln, dessen Ursachen, Vertilgung dieses Übels und Maßregeln zur Verhütung der Wiederkehr desselben, ingleichen, wie man den Kartoffelbau im Großen äußerst vorteilhaft ohne viel Arbeit und Kosten, selbst ohne Nachteil des Getreidebaues betreiben könne, nach vieljähriger eigener Erfahrung. Kalisch 1801.
- Stohmann, Über ganze und geschnittene Saatkollen. Zeitschr. d. l. E. f. d. Prov. Sachsen. 1866.
- Stone, G. E., Potato and apple scab. Massachusetts State Board of Agriculture. Nature Leaflet. No. 7. 1900.
- Stone, J. L., Potato growing in New York (and list of coopratve experiments) Cornell University agricultural experiment station of the college of agriiculture Bull. 228. 1905.
- Stuart, W., Disease-Resistand Potatoes. Bull. No. 115. Vermont 1905.
- Sturgis, W. C., Notes on the „Early blight“ of Potatoes. The Connecticut Agricultural Experiment Station Eighteenth Annual report for 1904.
- — Papers on fungous Diseases. Eighteenth and Nineteenth Annual Reports of the Connecticut, Agricultural Experiment Station, for 1894 and 1895. New Haven 1895 and 1896.
- Sutton, A., The Potato. With fifty-Eight Illustrations. Journ. of the Royal agricultural Society of England third Series. Vol. IX. Part. IV. 1898. London 1899.
- Tamaro, D., La perenospora delle patate. (Annali delle Scuola pratica d'Agric. Grumello del Monte, vol. I. Bergamo 1891.)
- Teichert, Über Versuche zur Beseitigung des Schorfes der Kartoffeln. Ztschr. f. Spiritusindust. 1898.
- Telbitt, W., Das Kochsalz, ein Mittel gegen die Kartoffelkrankheit. Ökonomische Neuigkeiten und Verhandlungen. II. Bd. 1847.
- Telge, Etwas zur Antwort auf die merkwürdige ökonomische Anzeige in dem 71. Stück dieses Magazins. Hannoverisches Magazin. 17. Jahrg. 1779.
- Thaer, A., Einleitung zur Kenntnis der englischen Landwirtschaft und ihrer neueren praktischen und theoretischen Fortschritte in Rücksicht auf Vervollkommnung deutscher Lzndwirtschaft für denkende Landwirte und Cameralisten. I. Bd. 2. Aufl. Hannover 1801.
- Thaxter, R., The potato scab. XIV. Ann. Rep. of the Connecticut Agric. Exp. Stat. 1890.
- Theobald, V. F., Collective Notes on the Behavior of the Colorado Potato Beetle in Great Britain. U. S. Dep. of Agricult. Bull. No. 54. 1905.
- Thiele, R., Einwirkung verschiedener Kupferpräparate auf Kartoffelpflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 8. 1898.
- — Die Wirkung von Benzolin und Sulfurin auf Kartoffelpflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 8. 1898.
- Thiel, Über das Gülich'sche Verfahren 1869.
- Tieghem, P. van, Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin 1879.
- Tison, Methode nouvelle de la coloration des tissus subereux. Compt. rend. de l'assoc. franc. pour l'avanc. desc. 1899.
- Transactions of the Society instituted at London for the encouragement of arts, manufactures and commerce. Vol. VII. London 1789.
- Trappen, J. G. v. d., Seit fünf Jahren bewährtes Mittel zur Verhütung der Kartoffelkrankheit und zur Erzielung einer reichen Kartoffelernte. Wesel 1852.
- Tryon, H., The potato disease. Queensland Agric. Journal. 5. Jahrg. 1899.
- v. Tubeuf, E., Die Blattfleckenkrankheit der Kartoffel (Early blight oder Leaf-spot disease) in Amerika. Naturw. Zeitschr. für Land- u. Forstw. Bd. II. 1904.
- Tuckermann, R.; Beitrag zur Frage des Abbaues der Kartoffeln. Diss. Breslau 1904.



- Unger, Kartoffelkrankheiten. Ökonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. 1846.
- Unger, F., Botanische Beobachtungen. IV. Beitrag zur Kenntnis der in der Kartoffelkrankheit vorkommenden Pilze und der Ursache ihres Entstehens. Botan. Zeit. 5. Jahrg. 1847.
- Vaňha, J. J., Blattbräune der Kartoffeln (Dürrfleckigkeit). Mit Tafeln I—IV. Sonderabdruck der Naturwissenschaftlichen Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft. Jahrg. II. 1904.
- Verhandlungen des Centralvereins über die jetzt herrschende Kartoffelkrankheit. Magdeburg 1845.
- Versen, Die Kultur der Kartoffel. Allgem. landw. Monatsschrift. IX. Bd. 1843.
- Vilmorin, Sur la filiosité de la pomme de terre. Bull. de la Soc. des agricult. de France. Bd. 4, 1903.
- Vimeux, P., A propos d'une nouvelle maladie de la pomme de terre. Journ. de Agric. prat. 65. Jahrg. 1901.
- Vöchting, Über die Keimung der Kartoffelknollen. Bot. Ztg. 1902.
- Voelcker, A., Prevention of potato disease 1902. Journ. of the Royal Agricult. Soc. Bd. 64. London 1903.
- Vogdt, Die Erzeugung der Kartoffeln aus dem Samenkorn und der Kartoffelanbau im allgemeinen. Ein Leitfaden für junge angehende Ökonomen, sowie für den Bürger und Bauernstand, um aus dem Samen nicht nur Kartoffeln zu erzeugen, sondern diese dann auch mit Vorteil ferner fortzubauen. Glogau 1847.
- Volkart, A., Die Trockenringfäule der Kartoffel. Schweiz. landw. Ztschr. 1907. Heft 2.
- Vorster, L., Entdeckung der Ursachen der Kartoffelkrankheit nebst allgemein anwendbaren und erprobten Vorschriften zur Erzielung eines durchschnittlichen Doppelertrages der nächsten Kartoffelernte. Hamburg 1854.
- Voß, J. H., Anweisung, die Kartoffeln in bedeutender Menge auf einer kleinen Fläche, sogar auf unkultiviertem Waldboden, mit wenigem Dünger zu erzeugen; die früh gemachten Pflanzungen in demselben Jahre zweimal abzuernten, und hierdurch die Benutzung dieser Früchte außerordentlich zu erhöhen, sowie auch Keimlinge bis Ende Juni bei den Pflanzungen zu benutzen, und dennoch schmackhafte Kartoffeln aus ihnen zu erzeugen. Nebst einem Anhang über die technische Anwendung usw. Elberfeld 1818.
- Vrolik, G., Waarnemingen en proeven over de onlangs Geheerschaft Hebbende Ziekte der Aardappelen. Amsterdam 1845.
- — Observations et expériences relatives a la maladie des pommes de terre. Amsterdam 1846.
- — Nardere Waarnemingen en proeven over de Onlangs Geheerscht hebbende ziekte der Aardappelen. Amsterdam 1846.
- Wag, Erkennen von kranken Kartoffeln. Annalen d. Landwirtschaft. 31. Bd. 1858.
- Wagner, Über das Auftreten der Dürrfleckenkrankheit der Kartoffeln im Jahre 1896. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VII. Bd. Jahrg. 1897.
- Wallroth, Der Knollenbrand der Kartoffeln. Linnea 1842.
- Ward, H., Marshall, A potato disease. The british mycological society. Transactions for 1897/98.
- Warren, J. A., Brown Disease of Potatoes. Neue Reihe. Bd. 15. Science 1902.
- Weed, Clarence M., An experiment in preventing the injuries of Potato Rot. (Phytophthora infestans). (Journ. of mycol. 1899, vol. V, No. 3).
- Wehmer, C., Untersuchungen über Kartoffelkrankheiten. Mit 4 Tafeln. 1. Infektionsversuche mit Phytophthora. 2. Infektionsversuche mit Fusarium Solani (die Fusariumfäule). Mit 2 Tafeln. 3. Die Bakterienfäule der Knollen (Naßfäule). Mit 2 Tafeln. Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde mit Infektionskrankheiten. Zweite Abteilung. III. u. IV. Bd. 1897/98.
- — Berichtigung zu der Mitteilung von Frank. Die Bakterienkrankheiten der Kartoffeln. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. V. Bd. 1899.
- — Die Bakterienfäule (Naßfäule) der Kartoffelknollen. Mit 2 Holzschnitten. Sonderabdruck aus den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrg. 1898. Bd. XVI. Berlin 1898.
- — Über die Ursache der sog. „Trockenfäule“ der Kartoffelknollen. Ber. deutsch. bot. Ges. 1896. Heft 3.
- — Die Fusarium-Fäule der Kartoffelknollen. Ztschr. f. Spiritusindustr. No. 6. 1898.
- Weinmann, Phytawza-Iconographia. 1745.
- Werner, Wollny, Heimann, Versuche über das Gülich'sche Verfahren. Landwirt 1871.
- Wheeler, H. J., and Towar, J. D., Observations on the Effect of Certain Fertilizers in Promoting the Development of the Potato Scab. and Possible Reasons for the Same. Practical Method of

- Preating „Seed“ Tubers for the Prevention of the Potato scab. Agric. Exper. Stat. Rhode Island Coll. Agric. Mech. Arts. Bull. 26. Kingston, Rhode Island 1893.
- Wheeler, H. J., Towar, J. D. and Tucker, G. M., Further Observations upon the Effect of Soil Conditions upon the Development of the Potato scab. Ibid. Bull. 30. 1894.
- Wheeler, H. J. and Tucker, G. M., Upon the Effect of Baryard Manure and Various Compounds of Sodium, Calcium and Nitrogen upon the Development of the Potato scab. Ibid. Bull. 33. 1895.
- Wheeler, H. J., Hartwell, B. L. und Moore, L. C., Upon the after effect of sulphur, when applied to soils for the purpose of preventing potato-scab. 12. Jahresbericht der Versuchsstation für Rhode Island 1899.
- Wilcox, E. V., Potato Scab. Bull. No. 22. Montana 1899.
- Wilfarth, H., Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes. Deutsch. landw. Presse 1898.
- und Wimmer, G., Berichterstatter Prof. Dr. Wilfarth, Direktor der Herzoglichen Landes-Versuchsstation Bernburg. Die Wirkung des Kaliums auf das Pflanzenleben nach Vegetationsversuchen mit Kartoffeln, Tabak, Buchweizen, Senf, Zichorien und Hafer. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 68. Berlin 1902.
- Wilson, Stephen A., Potato Diseases. (The Gard. Chr., XX, 1883.)
- — The Potato Sclerotia or Plasmodia. (G. Chr., XXII.)
- — The Potato Disease. (G. Chr. XXII.)
- Wolff, L. v., Benutzung gesunder und kranker Kartoffeln, sowie der Roßkastanien zu Stärke und Stärke-Fabrikation. Berlin 1852.
- Woods, Ch. D., Experiments with Insecticides upon Potatoes. 17. Jahresber. Maine 1900.
- — Potato Experiments in 1904. Bull. No. 112. Maine 1905.
- Zerzog, J. F., 25 praktische Hauptregeln mit einfachen kurzen Erläuterungen über Abhilfe der herrschenden Kartoffelkrankheiten für den gemeinen Landmann ebenso leicht faßlich als ausführbar dargestellt. Bayreuth 1846.
- Zuppinger, F., Die glücklich entdeckte Ursache der Kartoffelkrankheit und das zuverlässige leichte Mittel zu sofortiger bleibender Beseitigung dieser allgemeinen Plage der Völker, nebst sehr wichtigen Andeutungen über Gärung und Ansteckung. Zürich 1847.

## 2. Die Konidienform und die pathologische Bedeutung des Kartoffelpilzes *Phellomyces sclerotiphorus* Frank.<sup>1)</sup>

Von

Reg.-Rat Dr. Appel

und

Dr. Laubert.

(Mit 1 Tafel.)

Zu den Organismen, denen eine Bedeutung bei der Zersetzung der Kartoffel zugeschrieben wird, gehört der von Frank *Phellomyces sclerotiphorus* genannte Pilz. Derselbe hat insofern ein besonderes Interesse, als von ihm nur die vegetative Form, nämlich das Mycel und sklerotienähnliche Mycelhäufungen beschrieben worden sind; aber weder Frank noch ein anderer Forscher hat irgend welche Fruktifikationsorgane gefunden.

Das Auftreten des Pilzes ist ein sehr charakteristisches, so daß es trotz des bisherigen Fehlens von Konidien oder anderen Fruchtformen möglich ist, den Nachweis seines Vorkommens im allgemeinen zu führen. Auf der Kartoffelschale sieht man häufig äußerst zahlreiche sehr kleine schwarze Pünktchen, die häufig auf verfärbten

<sup>1)</sup> Eine vorläufige Mitteilung findet sich unter dem Titel: Die Konidienform des Kartoffelpilzes *Phellomyces sclerotiphorus* Frank, in den Berichten der Deutsch. Botan. Gesellschaft. 23. Band, S. 218—220.



Flecken der Schale zusammenstehen. Sind solche Flecken vorhanden, so sind sie entweder weißlich schimmernd oder etwas dunkel gefärbt, von sehr verschiedener Größe und unregelmäßiger Form. Meist sind sie auf einen Teil der Kartoffeloberfläche beschränkt und finden sich dann oft, aber keineswegs immer, nahe der Ansatzstelle der Knolle; oft dehnen sich die Flecke aber auch über die ganze Knollenoberfläche aus. Die auf diesen Flecken sichtbaren schwarzen Pünktchen haben meist nur 0,08—0,16 mm im Durchmesser und treten kaum als Erhabenheiten hervor.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der schwarzpunktierten Schale, findet man, daß jeder Punkt ein Pilzstroma darstellt, das sich meist nur in einer Zelle der Schale ausbreitet und in seiner Form sich dieser anpaßt. Dieses Stroma erscheint häufig, aber nicht immer als ein einheitlicher Körper von pseudoparenchymatischer Struktur und hat dann den bereits erwähnten Durchmesser von 0,08—0,16 mm. Seine Hyphen sind 2,5—6  $\mu$  dick, dunkelbraun. In den angrenzenden Zellen finden sich nur sehr spärlich Hyphen, und zwar beschränken sich diese auf die alleräußersten Zelllagen.

Frank beschreibt diese Erscheinung in seinem Kampfbuche unter dem Namen: „Die Fleckenkrankheit der Kartoffelschale mit dem *Phellomyces sclerotiophorus* Frank“<sup>1)</sup> und gibt dabei eine Abbildung, die ebenso wie die Beschreibung genau zu den von uns untersuchten Objekten paßt. Da Frank keine Fruktifikationsorgane kannte, hat er selbst den von ihm gegebenen Namen als einen „interimistischen“ bezeichnet und es offen gelassen, welche systematische Stellung dem Pilze zuzuweisen ist. Die pathologische Literatur enthält außer den von Frank selbst herrührenden Mitteilungen über die in Rede stehende Erscheinung unseres Wissens nur einen Hinweis auf deren Auftreten in Irland von F. Johnson (1903); in der systematischen Literatur wird der Pilz von Lindau in Engler und Prantl „Die natürlichen Pflanzenfamilien“<sup>2)</sup> als Pilz zweifelhafter Zugehörigkeit aufgeführt.

Außer der Fleckenkrankheit, die an sich belanglos ist, soll der Pilz nach Frank<sup>3)</sup> auch eine Fäule, die sogenannte *Phellomyces*-Fäule, hervorrufen und in der Tat ist, wenn auch selten, in faulenden Kartoffeln ein Mycel gefunden worden, das mit der entsprechenden Abbildung bei Frank übereinstimmt.<sup>4)</sup> Durch Versuche ist jedoch bis jetzt die Rolle des Pilzes als Krankheitserreger noch nicht näher aufgeklärt worden.

Aus diesen Gründen war es notwendig, den Versuch zu machen, die Zugehörigkeit des Pilzes klarzulegen und dann, möglichst mit Sporen oder Reinkulturen, Impfversuche anzustellen.

Um den Pilz zur Weiterentwicklung zu bringen, wurden wiederholt kranke Knollen, nachdem sie mittels Wasser und Bürste gut gereinigt worden waren, in einer feuchten Kammer (Doppelschale) auf feuchtes Filtrierpapier gelegt. Das Ergebnis der ersten Versuche (November 1903) bestand darin, daß aus vielen der schwarzen Stromata Bündel schwarzbrauner, steifer Borsten von etwa 120  $\mu$  Länge

<sup>1)</sup> Seite 182—185 mit Fig. 33.

<sup>2)</sup> I. Teil. 1. Abt. S. 516.

<sup>3)</sup> a. a. O. S. 197—198 mit Fig. 37.

<sup>4)</sup> Appel in v. Eckenbrecher, Bericht über die Anbauversuche der Deutschen Kartoffel-Kultur-Station.

und im unteren Teil 4  $\mu$  Dicke hervorgewachsen waren. Da sich diese Borsten in der Folge nicht weiter entwickelten, so wurden sie zunächst als sterile Borsten, wie sie z. B. bei der Gattung *Colletotrichum* vorkommen, nicht aber als Sporenträger betrachtet und die Versuche daher nicht weiter fortgesetzt.

Im folgenden Winter wurden die Versuche noch einmal wiederholt. An einer *Phellomyces*-kranken Kartoffelknolle, die am 31. Dezember 1904 in eine Doppelschale auf angefeuchtetes Filtrierpapier gelegt worden war, waren am 26. Januar 1905 aus den schwarzen Punkten der Schale zahlreiche kleine Borsten emporgewachsen, so daß die ganze Knolle fein behaart aussah. Ganz dieselbe Erscheinung wurde gleichzeitig an vielen andern Knollen beobachtet, die ebenfalls mit *Phellomyces* befallen, aber zu anderen Zwecken 14 Tage in feuchten Kammern aufbewahrt worden waren.

Wenn man mit dem Skalpell ein wenig von solchen schwarzen Borsten abkratzt, auf den Objektträger bringt und untersucht, so findet man dunkle, sehr charakteristisch gestaltete Sporen. Die Sporen sind von länglicher, keulenförmiger Gestalt 36–61,5  $\mu$  lang und 7,8–11,7  $\mu$  breit, im Mittel 46  $\mu$  lang und 10  $\mu$  breit, schwärzlichgrau mit 4–8, meist 6–7 Querwänden, also 5–9- bezüglich 7–8zellig. Am schmäleren Ende der Spore sind die Zellen etwas länger als am breiten Ende. An letzterem weist die Membran eine dunkler gefärbte Verdickung auf, die gewöhnlich ein klein wenig nach der Seite verschoben ist. Außer den Sporen finden sich im Präparat dunkel schwarzbraune Hyphen, deren Zellen etwa 30  $\mu$  lang und 9  $\mu$  dick sind. Hier und da findet man wohl auch noch eine Spore seitlich an einer Hyphe ansitzend. Die Sporen sind mit ihrem breiteren Ende angeheftet.

Über den Bau der Sporenträger, die wir in den schwärzlichen Hyphen vor uns haben, können wir Aufklärung erhalten, wenn wir die betreffende Kartoffel im ganzen oder ein Stück derselben unmittelbar unter das Mikroskop bringen und bei auffallendem Licht mit einem schwachen Objektiv betrachten. Die Sporenträger sind bis 0,5 mm lang und entspringen einzeln oder meist zu einigen wenigen bis zu Bündeln von 6–8 aus je einem größeren oder kleineren Stroma.<sup>1)</sup> Man sieht, daß die Sporen an jedem Sporenträger in mehreren, übereinander stehenden Wirteln angeheftet sind. Jeder Wirtel besteht aus 2 bis 6 Sporen. Wenn man die Sporenträger vorsichtig mittels Nadel oder Skalpell löst und untersucht, so kann man die wirtelige Insertion der Sporen, die sehr leicht abfallen, genau erkennen.

Um die Art der Keimung der Sporen festzustellen, wurden Sporen in einen Tropfen Wasser auf den Objektträger gebracht. Nach 40 Stunden waren fast sämtliche Sporen derart ausgekeimt, daß die Endzelle am spitzen Ende der Spore unmittelbar zu einem farblosen, 3  $\mu$  dicken Keimschlauch ausgewachsen war. In demselben traten alsbald sehr zarte Querwände auf. Als Ausnahmefall wurde eine Spore gefunden, die auch am breiten Ende oder seitlich aus einer Zelle heraus einen kurzen Keimschlauch entwickelt hatte. (Vergl. Abb. 7.) An Sporen, die 4 Tage auf dem Objektträger gelegen hatten, hatte sich das Ende des Keimschlauchs zu einem 5 bis

<sup>1)</sup> Zuweilen ist es nicht bis zur Ausbildung eines Stromas gekommen: der Konidienträger geht dann unmittelbar aus einer dunkelgefärbten knorrig hin und her gewundenen Hyphe hervor. (Vergl. Abbildung 5.)



6  $\mu$  dicken, etwas dunklerwandigen, fast blasenartigen Köpfchen verbreitert, das vielleicht als Haftorgan gedeutet werden kann. Damit gelangte das Wachstum der Hyphe — offenbar aus Nahrungsmangel — vorläufig zum Stillstand. Zuweilen wächst aus dem Köpfchen noch ein weiterer kurzer Keimschlauch hervor. Bei Zusatz von einem Tropfen wässriger Methylenblau-Lösung färbt sich der Keimschlauch hellblau; sein kopfförmiges Ende und ebenso das spitze Ende der Spore nimmt einen etwas dunkler blauen Farbenton an. Auch an den noch nicht ausgekeimten Sporen färbt sich das spitze Ende etwas blau, was auf die Eigenschaft der Endzelle als Keimzelle hindeutet. In Kartoffelsaft und Kartoffelsaft-Gelatine ausgesäte Sporen bilden meist nur eine blasenartige knopfförmige Ausstülpung, nur selten einen kurzen Keimschlauch, dessen Wachstum aber sehr bald zum Stillstand kommt. Am Ende der mit zur Aussaat gelangten Sporenträger tritt zuweilen Regeneration der beschädigten Endzelle auf.

Der hier beschriebene Pilz gehört zur 4 Spezies zählenden Gattung *Spondylocadium* und stimmt im wesentlichen überein mit der von Harz <sup>1)</sup> beschriebenen Art *Sp. atrovirens*. Harz, der seinen in Briefen mit diesen Namen bezeichneten Pilz in der Veröffentlichung zu der Gattung *Dematium* G. F. Hoffmann zieht, gibt davon folgende Beschreibung:

Hyphen starr, aufrecht, etwa 0,5 mm hoch, septiert, einfach, dunkel-grün-braun gefärbt, undurchsichtig bis kaum durchscheinend. Konidien grünbraun, dunkel, kaum durchscheinend, mit dicker Außenhaut, 4—6—8 kammerig, 0,0607 mm lang, eiförmig, oben spitzlich, manchmal kaum ausgezogen, bilden zu 3—5—7 über  $\frac{1}{3}$  oder von der Hälfte der Hyphenhöhe angefangen, 4—6 oder mehr in kurzen Zwischenräumen aufeinander folgende Quirle. Die einzelnen Glieder der Gonidien häufig mit einem kleinen dunkeln Nucleus. Beim Keimen (auf rohen Kartoffeln) sah ich aus jeder Teilzelle der Gonidien einen Schlauch treiben.

Der ganze Pilz dunkelolivfarben, er bildet da, wo er erscheint, große weitverbreitete Herden einzeln, d. h. nicht gedrängt stehende (r) Individuen von graubraunem Aussehen, an kleine Individuen des *Stysanus stemonitis* von weitem gesehen, erinnernd.

Ich fand ihn häufig auf der Außenseite roher Kartoffeln, welche in 1 oder 2 Stücke zerschnitten in einem feuchten Raume auf angefeuchtem Papiere unter einer Glasglocke sich befanden, schon nach 14 Tagen etwa erscheinen. Man erkennt ihn schon mit unbewaffneten Augen. Er läßt sich bei einiger Vorsicht unbeschädigt abnehmen und beobachten. In seiner Gesellschaft fand ich fast regelmäßig *Alyridium viride* Kze.

Im Herbste und Winter bis Anfang Frühjahr bis jetzt nur auf rohen Kartoffeln in Wien.

Saccardo <sup>2)</sup> leitet aus dieser Originalbeschreibung eine kurze lateinische Diagnose ab, bringt aber dabei ein neues Moment in die Charakteristik, indem er sagt: „*hyphis erectis . . . e mycelio repente oriundis*“. Dieser Zusatz ist wahrscheinlich

<sup>1)</sup> Harz, C. O., Einige neue Hyphomyceten Berlins und Wiens nebst Beiträgen zur Systematik derselben. Bull. de la soc. imp. des naturalistes de Moscou. Tome XLIV, pag. 129. Moskau 1871

<sup>2)</sup> Saccardo, Syll. Bd. XII. S. 744.

auf die Abbildung von Harz<sup>1)</sup> zurückzuführen, denn dort sind drei typische Konidienträger an einem kriechenden Hyphenzweige abgebildet. Daß dieser Art der Entstehung der Konidienträger aber von Harz keine besondere Bedeutung beigemessen wird, geht wohl daraus hervor, daß sie in der Beschreibung keinerlei Erwähnung findet und daß überhaupt über das Mycel nichts Näheres gesagt wird; vielmehr könnte man aus dem Satze: Er (der Pilz) läßt sich bei einiger Vorsicht unbeschädigt abnehmen und beobachten« schließen, daß die Entstehung der Konidienträger nicht eingehend untersucht worden ist. Daraus läßt sich auch weiter erklären, daß Harz das Stroma, aus dem die Konidienträger in den allermeisten Fällen hervorkommen, weder beschreibt noch abbildet, also wohl auch nicht gesehen hat. Übrigens ist dieses kleine Stroma für die Gattung nicht unbekannt, wenn er auch in den Beschreibungen der Gattung und der Arten nicht zum Ausdrucke kommt. G. F. Hoffmann<sup>2)</sup> bildet nämlich *Dematium* (i. e. *Spondylocadium*) *verticillatum* auf einem toten Holzstücke ab und es ist auf dieser Abbildung deutlich außer einer größeren Gesellschaft von Konidienträgern ein Fleck mit schwarzen Punkten ohne Konidienträger zu sehen.

Außer diesem Unterschiede zwischen der bisherigen Beschreibung des *Sp. atrovirens* und dem uns vorliegenden Pilze ist keine Verschiedenheit vorhanden, und es steht damit fest, daß *Phellomyces sclerotiphorus* Frank das Stroma von *Spondylocadium atrovirens* Harz ist.

Nach dieser Feststellung gestaltet sich die Diagnose des *Spondylocadium atrovirens* wie folgt:

*Spondylocadium atrovirens* Harz (syn. *Dematium atrovirens* Harz) erweitert Appel und Laubert einschließlich *Phellomyces sclerotiphorus* Frank. Sporenträger zu mehreren (1—8) aus herdenweise vorhandenen, kleinen, anfangs sterilen Stromata (*Phellomyces sclerotiphorus* Frank) entspringend, aufrecht, starr, einfach, septiert, schwarzbraun, etwa 500  $\mu$  lang und 9  $\mu$  dick. Konidien zu 2—6 in mehreren, übereinanderstehenden Wirteln inseriert, umgekehrt keulenförmig, schwärzlich-grau, mit 4—8 (meist 6—9) Querwänden, 7,8—11,9 : 3,6—6,1,5  $\mu$ , im Mittel 10 : 4,6  $\mu$ .

Mycel in der äußersten Zellage des Periderms der Kartoffelknolle. Vorkommen: auf Kartoffelknollen; Österreich: Wien (Harz); in Deutschland weitverbreitet (Frank, Appel, Laubert). Sporenträger bisher nur nach Aufbewahrung in feuchter Kammer beobachtet.

Durch diese Feststellung wird aber auch die Kenntnis von der Verbreitung des *Spondylocadium atrovirens* wesentlich erweitert. Harz hatte den Pilz auf Kartoffeln in Wien festgestellt, Frank hat seinen *Phellomyces* 1894 auf 13 verschiedenen Kartoffelsorten von folgenden Orten angegeben: Ostrowitt in Ostpreußen, Marienhof bei Schönsee in Westpreußen, Neudorf bei Wronke in Posen, Dubertech bei Schmenzin in Pommern, Sammenthin bei Arnswalde i. d. Neumark, Marienfelde bei Berlin, Falkenrohde bei Wustermark i. d. Mark, Gröbzig in Anhalt, Siegersleben i. d. Provinz Sachsen, Eschdorf bei Dresden, Wiesen im Zschopautale im Königreich Sachsen, Rheinfelderhof im Großherzogtum Hessen und Gieshügel in Bayern.

<sup>1)</sup> a. a. O. Tab. II, Fig. 6.

<sup>2)</sup> Deutschlands Flora oder botanisches Taschenbuch. II. Teil. Erlangen 1795. Tab. 13, Fig. 1.



Auch Sorauer scheint das *Spondylocadium* auf Kartoffeln gesehen zu haben. Er erwähnt beiläufig<sup>1)</sup> ein auf einer einzigen grindkranken Kartoffel gefundenes *Helminthosporium*, das, besonders der Abbildung nach, wahrscheinlich mit unserem Pilze identisch ist. Die Fig. 17 bei Sorauer zeigt unter b ein Bild, wie es uns häufig vorkam, wenn wir *Spondylocadium* von der Kartoffelschale abschabten. Dabei fallen meist die Konidien von ihrem Träger ab und man kann dann ihre Quirlstellung nicht mehr erkennen. Auch die Figuren c—f bei Sorauer, die verschiedene Keimungsstadien der Konidien darstellen, stimmen völlig mit den entsprechenden Zuständen unseres Pilzes überein, a ist aber ein nackter Konidienträger, g und h abnorme Keimungen, denen eine Beweiskraft gegen die hier geäußerte Ansicht nicht beizumessen ist.<sup>2)</sup> Die pathogene Bedeutung und Identität mit dem *Phellomyces* und *Spondylocadium* war Sorauer indes nicht bekannt.

Nachdem nunmehr reiches Konidienmaterial vorhanden war, konnte die Frage, ob *Spondylocadium* ein wirklicher Fäulniserreger sei, experimentell geprüft werden.

Zu diesem Zwecke wurden Konidien ausgesät auf die Schale mehrerer gut gesäuberter Kartoffeln von verschiedenen Sorten und außerdem auch auf frische Schnittflächen. Lagen die Kartoffeln trocken, so kam, wie zu erwarten war, keine Keimung der Konidien zu stande, wurden sie entsprechend feucht gehalten, so keimten die Konidien ebenso wie im Wassertropfen, durchbohrten die Wand einer der zunächst liegenden Zellen und drangen in deren Inneres ein (Taf. XI, Abb. 8). Ein Weiterwachsen in tiefere Zellschichten konnte nirgends beobachtet werden.

Mit diesem Befunde stimmten die Unterschiede sehr zahlreicher Kartoffeln, die auf ihrer Schale die Stromata von *Spondylocadium* trugen, überein. Auch hier wurden die Hyphen nur in den alleräußersten Zellschichten aufgefunden.

Da während der Zeit, mit der wir uns mit dieser Frage beschäftigten, kein einziger Fall vorkam, der als *Phellomyces*-Fäule hätte angesprochen werden können, untersuchten wir das in der Frank'schen Sammlung befindliche Originalmaterial. Die Fäulnisflecke, auf denen außen die Stromata aufsaßen, zeigten ziemlich weit in die Tiefe gehend abgestorbene Gewebepartien, ganz in derselben Weise wie es für *Phytophthora*-befall charakteristisch ist. In diesen fanden sich zum Teil auf der inneren Seite des Periderms, zum Teil bis zur Tiefe von 2 mm im Parenchym Stromata, die besonders im Innern eine mehr rundliche Form und beträchtliche Größe hatten.

Trotzdem konnte man aus dem Material nicht den Eindruck gewinnen, daß der Pilz der wirkliche Erreger der Fäulnis sei, vielmehr machte das Gesamtbild den Eindruck, als ob eine *Phytophthora*-Fäulnis vorliege und der Pilz nur nachträglich in das schon zerstörte Gewebe eingewandert sei.

Wenn damit auch nicht festgestellt ist, daß *Spondylocadium* unter allen Umständen das Kartoffelgewebe nicht zu zerstören vermag, so steht es nach unseren zahlreichen Versuchen und Untersuchungen doch fest, daß der Pilz unter ge-

---

<sup>1)</sup> Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 2. Aufl. 2. Teil. S. 359—360.

<sup>2)</sup> Dieselbe Notiz hat Sorauer später in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (6. Band, 1896, S. 5—6) noch einmal publiziert.







wöhnlichen Umständen weder von der Schale noch von Wundstellen aus das gesunde Gewebe der Kartoffel zerstört.

*Spondylocadium atrovirens* hat also als Schädling keine größere Bedeutung für die Kartoffel.

### Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

- Abb. 1. Habitusbild einer mit *Spondylocadium atrovirens* besetzten Kartoffel.
- Abb. 2. Flächenschnitt durch Peridermzellen der Kartoffelschale mit Stroma von *Sp. a.*
- Abb. 3. Ein der Kartoffelschale aufsitzendes Stroma.
- Abb. 4. Fruktifikation von *Sp. a.* (Daß Stroma füllt hier die Zelle der Kartoffelschale nicht völlig aus.)
- Abb. 5. Ein Konidienträger, der aus einer nur wenig veränderten Hyphe entsteht.
- Abb. 6. Stück eines Konidienträgers, der die Art des Ansitzens der Konidien zeigt.
- Abb. 7. Conidien in verschiedenen Stadien der Keimung.
- Abb. 8. Keimschlauch, eine Zellwand durchbohrend.

### 3. *Stysanus Stemonitis* (Persoon) Corda und seine Rolle als Parasit der Kartoffel.

Von

Reg.-Rat Dr. **Otto Appel** und Dr. **Werner Friedrich Bruck.**

Bei zahlreichen in den letzten Jahren ausgeführten Untersuchungen kranker Kartoffelknollen konnte nicht selten *Stysanus Stemonitis* beobachtet werden. Da dieser Pilz stets auf zersetztem Gewebe, in dem sich u. a. auch *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, Milben oder auch Bakterien fanden, aufgetreten war, so schien sich damit die in der Literatur niedergelegte Angabe, daß *Stysanus Stemonitis* kein Parasit, sondern ein Saprophyt sei, zu bestätigen. Andere Beobachtungen ließen sich im Herbst 1904 anstellen. Unter den zu dieser Zeit untersuchten kranken Kartoffeln der Versuchsfelder der Deutschen Kartoffelkulturstation<sup>1)</sup> fanden sich Exemplare, die abgetötete und gebräunte Flecken im Gewebe zeigten, aus denen in der feuchten Kammer innerhalb drei bis vier Tagen die typischen grauschwarzen Borsten von *Stysanus* in Büscheln hervorstachen. Irgendwelche andere Fäulnis-erreger waren dabei nicht nachzuweisen. Diese Erscheinung legte die Vermutung nahe, daß *Stysanus Stemonitis* unter Umständen das lebende Gewebe der Kartoffel anzugreifen vermag, eine Annahme, die durch die in der Folge angestellten Experimente zur Gewißheit wurde.

In der Literatur findet sich unser Pilz schon seit langer Zeit beschrieben. Überall aber wird er als Saprophyt bezeichnet. Auch Reinke und Berthold (1879), welche ihn in ihrer Arbeit: „die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze“ berücksichtigen, betonen ausdrücklich: „Der Grund, weshalb in dieser Abhandlung die *Stysanus*-arten in den Bereich genauerer Betrachtung gezogen wurden, beruht auch nur auf dem hervorragenden morphologischen Interesse, welches an diese Pilze sich

<sup>1)</sup> Appel in von Eckenbrecher, Bericht über die Anbauversuche der Deutschen Kartoffel-Kultur-Station im Jahre 1904. Zeitschrift f. Spiritus-Industrie 1905, Ergänzungsheft S. 25, 26.



knüpft“. Außerdem heben sie an einer anderen Stelle<sup>1)</sup> ausdrücklich hervor, daß der Pilz wohl auf trockenfaulen, seltener naßfaulen Kartoffeln vorkommt, daß er aber nicht zu den eigentlichen Zerstörern der lebenden Kartoffel gehöre.

Corda<sup>2)</sup>, der die Zugehörigkeit des von Persoon „*Isaria Stemonitis*“ genannten Pilzes zur Gattung *Stysanus* festgestellt hat, gibt unter gleichzeitiger Abbildung folgende Diagnose: *B. gregarius*; stipite simplici, tenui, fusco-atro, fibroso supra in capitulum cylindricum abeunte; floccis subramosis, glauco-canis; sporis subovalibus, concatenatis, glaucescentibus diaphanis; guttula oleosa solitaria.

Mit dieser Diagnose stimmen die Angaben von Berthold und Reinke überein. Ebenso gehört auch der bei den hier angeführten Untersuchungen benutzte Pilz bisher.

Harz<sup>3)</sup> spricht die Ansicht aus, daß die Arten der Gattung *Stysanus* mit *Hormodendrum* nahe verwandt „ohne Zweifel nur durch besondere Nährverhältnisse modifizierte Vegetationsformen derselben“ sind. Er sucht dies zu beweisen durch Beschreibung einer ganzen Reihe von Zwischenstufen, welche von der normalen *Coremien*form bis zu der Form, bei der die Konidien an einzelnen Hyphenzweigen abgeschnürt werden, hinüberleiten. Die Abbildung, welche er dazu auf seiner Taf. IV Fig. 5 gibt, läßt keinen Zweifel, daß Harz nicht den eigentlichen *Stysanus Stemonitis* vor sich hatte. Er bildet nämlich dort ein *Coremium* ab, welches vom Grunde auf ziemlich gleich dick emporstrebt und in seinem oberen Drittel mit zahlreichen wagrecht abstehenden Konidienketten besetzt ist. Der Habitus des dargestellten Gebildes läßt sich am besten mit einer Lampencylinderbürste vergleichen. Am Grunde dieses Hauptstammes zweigt sich ein *Coremien*ast ab, der nach oben hin verjüngt ist und mehr oder weniger dichter oder vereinzelt stehende Quirle von Konidienketten trägt. Endlich bildet Harz noch einen Hyphenzweig von besonders starker Entwicklung ab, dessen beide Seitenäste je einige Konidienketten mit zahlreichen (bis zu 9) Sporen tragen. Hierbei sind die einzelnen Konidien lang elliptisch, beidendig fast zugespitzt gezeichnet und die ältesten lassen deutlich Querwände erkennen. Vergleicht man hiermit die Beschreibung und Abbildung von *Hormodendrum*, die Harz<sup>4)</sup> gibt, so kann kein Zweifel bestehen, daß tatsächlich die beiden Pilze, welche dieser Forscher vor sich hatte, zusammengehören. Ebenso sicher aber ist es, daß dieser Pilz mit dem von Corda beschriebenen *Stysanus Stemonitis* nicht identisch ist.

Besonders erweitert werden die Kenntnisse von unserem Pilze durch die Untersuchungen von Berthold und Reinke<sup>5)</sup>, welche eine genaue morphologische Beschreibung des Pilzes geben. Außer den schon bekannten *Coremien* haben sie noch gefunden, daß auch Konidien an freien Mycelästen auftreten können. Diese Konidien unterscheiden sich aber weder in ihrer Entstehungsweise noch in ihrer Form von den normal an den *Coremien* entstehenden. Weiter haben sie an dem

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 11.

<sup>2)</sup> Corda, *Icon. fungorum*. Prima pars p. 22.

<sup>3)</sup> C. O. Harz, Einige neue Hyphomyceten Berlins und Wiens nebst Beiträgen zur Systematik derselben. *Bull. de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou* Tom. 44 (1871), p. 141.

<sup>4)</sup> Harz l. c. S. 139 und Tafel V, 6.

<sup>5)</sup> a. a. O. S. 51 ff. und Tafel V.

Mycel blasige, etwas gebräunte Auftreibungen gefunden, über deren Funktion sie jedoch keine weiteren Angaben machen. Endlich glauben sie in den Konidien, die man im allgemeinen als einen auf *Stysanus* vorkommenden parasitierenden Pilz, *Echinobotryum atrum* auffaßt, Makrokonidien des *Stysanus* sehen zu sollen. Trotz lange fortgesetzter Kulturen ist es ihnen aber nicht gelungen, höhere Fruchtformen (Askusfrüchte) zu erzielen.

Auch aus neuerer Zeit liegen Beobachtungen über *Stysanus Stemonitis* vor. Charles E. Bessey<sup>1)</sup> veröffentlicht eine Angabe J. A. Warrens, wonach dieser als Erreger einer Kartoffelkrankheit, die er „Brown-Disease“ nennt, *Stysanus Stemonitis* Corda bezeichnet. Aus kranken gebräunten Gefäßbündeln in der Kartoffelknolle traten die von *Stysanus Stemonitis* bekannten Büschel hervor. Warren gibt weiter an, daß er auf diese Beobachtung hin von verschiedenen Feldern, sowohl kranke als auch gesunde Kartoffeln untersuchte und an diesem Material nachweisen konnte, daß immer dort, wo gebräunte Gefäßbündel zu finden waren, *Stysanus Stemonitis* hervorwuchs, während die Knollen mit gesunden Bündeln frei von Pilzen waren.

Leider liegen weitere, insbesondere experimentelle Untersuchungen über die von Warren beobachteten Erscheinungen nicht vor.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß die von uns beobachtete Schädigung durch *Stysanus* nicht mit den Gefäßbündeln im Zusammenhang steht, sondern ihren Ausgang von der Schale aus nimmt und eine lokale Zerstörung des Gewebes der Kartoffel darstellt.

Wie bereits eingangs erwähnt, sahen wir gelegentlich der Untersuchung von Knollen der Deutschen Kartoffelkulturstation auf lebenden Knollen, die aufgeschnitten in feuchte Kammern gebracht waren, die Borsten des *Stysanus* in reichlicher Anhäufung auf Schnittstellen unter der Schale innerhalb 3 Tagen hervortreten. An dem nach zwei Monaten auf unseren Wunsch von demselben Gutsbesitzer eingesandten Material von Kartoffeln derselben seinerzeit von *Stysanus* stark befallenen Sorten konnten wir dieselbe Beobachtung wiederholen. Das unterhalb der vom Pilze befallenen Korkschichten befindliche Gewebe der Knolle war gebräunt und zum großen Teile abgestorben. Bis zu 1 cm unterhalb der sichtbar von *Stysanus* besetzten Angriffsstelle ließ sich diese zerstörende Einwirkung des Pilzes wahrnehmen. Doch waren die kranken Stellen immer nur auf eine beschränkte Tiefe in das Gewebe hinein zu verfolgen und vergrößerten sich auch bei weiterer Kultur nur langsam, wenn keine Nebeninfektion durch einen anderen pathogenen Pilz eintrat. Mycel konnte nur in den obersten Lagen des unter den Korkschichten befindlichen Gewebes, niemals aber in den tiefer liegenden gebräunten Gewebepartien nachgewiesen werden. Wo es auftrat, ließen sich die Hyphen des *Stysanus* intracellulär wahrnehmen, wie dies Abbildung 1 veranschaulicht.

Wenn nun die Beobachtung, daß *Stysanus* die Kartoffelknollen anzugreifen vermag, richtig ist, so mußte auch die Impfung mit Sporen, die auf Reinkulturen er-

<sup>1)</sup> Science, Neue Reihe Bd. 15, 1902, S. 274.

zeugt waren, Erfolg haben. Es wurden daher zunächst Gelatineplattenkulturen (siehe unten) angelegt und die sich auf ihnen schon nach einigen Tagen entwickelnden

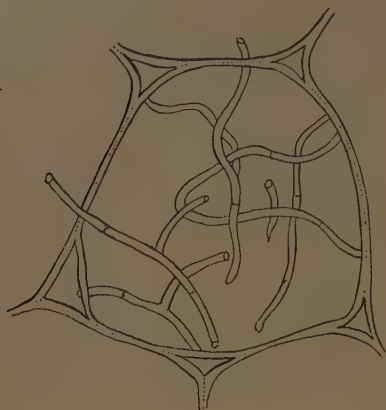


Abb. 1.

Intracellular wachsende Hyphen von *Stysanus Stemonitis* aus krankem Gewebe der Kartoffelknolle.

Sporen vorsichtig abgenommen und in sterilem Wasser aufgeschwemmt. Diese Aufschwemmung wurde durch Einschnitte auf Kartoffeln, die vorher möglichst gut gereinigt waren, geimpft. Nach einigen Tagen zeigten sich auf den Einschnittstellen die bekannten Coremien des Pilzes. Beim Durchschneiden der Impfstellen war jedoch das Bild kein einheitliches. In einzelnen Fällen war es, trotzdem anfangs das Mycel in die der Verletzung zunächst liegenden Zellen eingedrungen war, zu einer Ausheilung gekommen. Es waren nur wenig Zelllagen abgestorben und gebräunt. Im übrigen kam es längs des ganzen Wundrandes zu der Ausbildung einer Korksicht, die völlig der von Appel (1903) in seiner Arbeit „über

Schwarzbeinigkeit usw.“ beschriebenen und abgebildeten gleich. In anderen Fällen jedoch war der Pilz weiter vorgedrungen; es kam dann nicht zu einer Ausheilung, sondern die Zellen waren auf weitere Strecken abgestorben und die Zellwände waren gebräunt.

Außer diesen in der feuchten Kammer vorgenommenen Versuchen, wurde auch eine größere Anzahl von Kartoffeln in gleicher Weise geimpft und dann in Töpfen ausgepflanzt, nachdem die Kartoffel nach Möglichkeit gut gereinigt und die Erde zweimal sterilisiert worden war. Die Keimung der Kartoffel verlief normal und auch die Bewurzelung war eine gute. Die Untersuchung nach vier Wochen ergab ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei den vorher beschriebenen Impfungen. Auch hier zeigten sich teilweise Ausheilungen, andererseits aber auch Angriffe des Pilzes auf das lebende Gewebe. Die auf diese Weise im Inneren der Kartoffel erzeugten Flecke hatten in dieser Zeit einen Durchmesser von  $\frac{1}{2}$  bis zu 1 cm erreicht. Irgendwelche Nebeninfektionen waren nicht eingetreten.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß *Stysanus Stemonitis* die Kartoffel anzugreifen vermag.

Die oben beschriebenen Impfungen der Kartoffelknollen mit *Stysanus Stemonitis* (Persoon) Corda führten wir an folgenden Sorten aus:

Alte Dabersche, Richters Imperator, Professor Märcker, Gastold, General Cronje, Neue Dabersche, Präsident Krüger, Weiße Königin, Up to date und Apollo. Unterschiede in den Resultaten der Impfung konnten bei den einzelnen Sorten nicht konstatiert werden. —

Um nun zu unterscheiden, ob auch ohne sichtbare Verletzung der Pilz in das Gewebe der Kartoffel einzudringen vermag, wurde eine Anzahl von Kartoffeln gründlich gesäubert, in eine feuchte Kammer gebracht und mit einer Aufschwemmung von Sporen in Wasser mittelst eines Zerstäubers überbraust. Nach 5 Tagen zeigten sich an den verschiedenen Stellen der Kartoffelschale kleine Kolonien mit den charakte-



ristischen Fruchträgern des *Stysanus*. Häufig kamen dieselben hervor aus der Tiefe kleiner Unebenheiten. Ebenso oft aber saßen sie der glatten Schale auf. Beim Durchschneiden solcher Stellen ließ sich spärliches Mycel innerhalb der obersten Zellreihe der Korksicht nachweisen. Stellenweise erwiesen sich die unterhalb dieser Zellreihe liegenden Gewebepartien gebräunt und hie und da fanden sich corrodierte Stärkekörner vor. Innerhalb der zuletzt erwähnten Zellen konnte aber kein Mycel aufgefunden werden. An einzelnen Stellen war es aber zu einem weiteren Vordringen des Pilzes gekommen und es ist wohl mit Recht anzunehmen, daß sich dort kleine Wunden befunden haben, die als Eingangspforte dienten.

Kartoffeln, welche, ohne vorher verletzt zu sein, in sterilisierte reichlich mit Konidien von *Stysanus* infizierte Erde ausgelegt wurden, keimten normal und blieben völlig gesund. Die Kartoffeln waren trocken überwintert worden, weshalb man aus diesem negativen Ergebnis nicht ableiten kann, daß eine Infektion im Herbst auf dem Felde ausgeschlossen ist. Wieweit es möglich ist, heranwachsende Kartoffeln mit *Stysanus* auf dem Felde zu infizieren, müssen besondere, während der Vegetationszeit angestellte Versuche noch erweisen. —

Um nun weiter zu untersuchen, ob unser Pilz auch im stande ist, die Keimlinge der Kartoffel anzugreifen, wurden eine größere Anzahl von Kartoffeln zur Keimung gebracht und nachdem sie etwa 2—3 cm ausgetrieben hatten, wurden sie mit Sporen einer Reinkultur, welche in einem Wassertropfen aufgeschwemmt war, durch einfaches Einstechen mit der Nadel geimpft. Schon nach 3 Tagen zeigte sich bei den in einer feuchten Kammer aufbewahrten Kartoffeln, daß die Impfungen ohne Ausnahme angegangen waren. Das Gewebe um den Impfstich herum hatte eine graubraune Farbe angenommen und auf einer Anzahl der Impfstellen ließ sich auch äußerlich ein zarter grauer Flaum erkennen, der aus Mycel und kleinen Coremien bestand. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Zellen auf ziemlich weiten Umkreis von der Impfstelle abgetötet waren; die Zellwände sind dabei stellenweise schwach gebräunt, vor allen Dingen ist aber das Protoplasma in sehr zahlreiche, sehr verschieden gestaltete Klümpchen zerfallen, welche gelbe bis bräunliche Färbung zeigten. Die Zellkerne sind ebenfalls deformiert. In den von der Impfstelle weiter abliegenden Zellen konnte manchmal noch der Nucleolus erkannt werden. Dort wo der Pilz aber schon intensiv gewirkt hatte, lagen an der Stelle des Zellkerns dunkelbraune Klümpchen ohne deutliche Struktur. Die Stärke erscheint nur wenig beeinflusst. Beim Färben mit Jod findet man nur ganz vereinzelt ein abschmelzendes Stärkekorn vor. —

Auch auf den verschiedensten künstlichen Nährböden konnte ein gutes und rasches Wachstum des Pilzes festgestellt werden. Das Resultat unserer Impfungen waren gewöhnlich die bereits erwähnten Coremienbüschel von *Stysanus Stemonitis*.

Wir haben ihn sehr gut wachsen sehen auf Pferdemist und Kartoffelsaftgelatine, auf verschiedenen Fruchtsaftgelatinen (Pflaume, Kirsche, Birne, Kürbis), auf sterilisierten Birnenschnitten und Kürbissstückchen. Auf Gelatinekulturen konnten wir beobachten, daß *Stysanus* die Gelatine verflüssigt. Auf flüssigen Nährböden, wie Pferdemist — oder Pflaumendecoct, wuchs unser Pilz relativ spärlich; nur vereinzelt

sahen wir an der Oberfläche des Substrates aufrechte Borsten entstehen. Überhaupt ist es für *Stysanus Stemonitis* besonders typisch, daß der Pilz ein nur sehr mangelhaftes Mycelwachstum besitzt. Darin ist wohl auch der Grund zu suchen, daß die Ausbreitung des Pilzes auf lebendem Material eine relativ beschränkte ist.

Besonders charakteristisch ist für *Stysanus* das Wachstum auf Gelatineplatten.



Abb. 2. Verschiedenartiges Wachstum von *Stysanus Stemonitis* auf Gelatine. (Photogr. Aufn. mit dem Zeiss'schen Binoculären Mikroskop, Original.)

Hier sind es nicht vereinzelte Borstenbüschel, welche die Oberfläche überziehen, sondern mehrere dichte Rasen, welche einen Durchmesser bis zu 1 cm erreichen, liegen über die Gelatinefläche hin zersreut. Bei solchem Rasen sieht man von einem Mittelpunkt aus zentrifugal die morgensternartigen dicht gedrängt mit Sporen besetzten Keulen nach verschiedenen Richtungen des Raumes hin auseinander gehen. (Vergl. Abb. 2.) In jugendlichem Alter sehen diese Coremienbündel des *Stysanus* mausgrau aus. Im Alter nehmen sie dann tiefschwarze Färbung an.

Auch hierbei konnten wir wieder beobachten, wie geringfügig das Eindringen des Mycels in das Nährmedium ist.

Besonders üppig wuchs *Stysanus* auf sterilisierten Brotstückchen. Schon in kurzer Zeit bedeckte sich die ganze Oberfläche derselben mit sehr zahlreichen Coremien, die sich aber in nichts von den normalen unterschieden. Außerdem konnte man schon äußerlich schwarze unregelmäßige Klümpchen von verschiedener Größe erkennen, welche die Vermutung nahe legten, daß man es hier mit sklerotienartigen Bildungen zu tun hatte. Eine nähere Untersuchung ergab jedoch, daß diese Körper in Massen erzeugte Konidien waren, welche, durch die Glaswand eingeeengt, zu ledrig häutigen Konglomeraten vereinigt waren. Auch das Innere der Brotstückchen war dicht von Myzel durchwachsen, so daß man von dem Brote nur noch spärliche Rudimente mikroskopisch nachweisen konnte. An diesem Mycel konnten aber weder irgend welche Andeutungen beginnender Sklerotienbildung noch die späterhin zu erwähnenden blasigen Auftreibungen gefunden werden. —

Außerdem ließen sich noch auf diesen sterilisierten Brotstückchen Konidien-



Abb. 3.

formen beobachten, die wir in der Literatur weder beschrieben noch abgebildet fanden. Von dem Hauptcoremienbündel sieht man seitlich Zweige abgehen, welche Konidienträger von länglicher, flaschenartiger Gestalt abschneiden, an denen wieder die elliptischen Sporen inseriert sind. (Vergl. Abb. 3.) Diese Sporen glichen vollkommen den sonst an den Coremien des *Stysanus* abgeschnürten Konidien. Auch ihre Größenverhältnisse

(in der Länge etwa 7, in der Breite 4  $\mu$ ) stimmten genau mit den normal entstandenen überein.

Weiterhin wurden auf demselben Substrate noch Konidien gefunden, welche in



einem Köpfchen in Zahl von 3 oder 4 flaschenförmigen Sterigmen abgeschnürt waren. Unsere Abbildung 4 gibt 3 Fälle wieder, welche zeigen, in welcher Weise diese Konidenträger an den Mycelfäden inseriert sind. Bei a sitzt solch ein Konidenträger einem einzelnen vom Mycel seitlich abgehenden Faden auf. Bei b gehen 2 Träger von einem gemeinsamen Verbindungsstück ab, welches seinerseits wieder von einer einzelnen Hyphe des Hauptcoremienbündels getragen wird. Noch komplizierter wird die Abschnürung der Konidien bei c. Aus einem gemeinsamen, dem Coremienbündel entsprossenden Hyphenstück zweigen sich nach 2 Seiten flaschenförmige Träger ab, welche wieder ihrerseits in Zweizahl die Sterigmen mit den Konidienköpfchen tragen.

Auf andere Formen von Konidienabschnürungen, welche wir auf Birnensaftgelatine-Kulturen beobachten konnten, machen schon Reinke und Berthold aufmerksam.<sup>1)</sup> Diese Autoren erwähnen, daß aus einzelnen Hyphenästen kleine einfache Konidenträger hervorsproßten, welche auch Konidien erzeugen. Die Sporen finden sich hier in einer Reihe hintereinander abgeschnürt, und zwar lassen sich an einer einzigen Hyphe mehrere derartige von ihr aus entsprossenden Sporenreihen beobachten. Reinke und Berthold geben sogar an, daß die Hyphen sich so oft verzweigen können, „so daß ein unbegrenzt. — cymöser Konidienzustand entsteht“. Eine soweit gehende Verzweigung haben wir bei unseren Untersuchungen nicht gesehen.

Des weiteren wurden noch andere an *Penicillium* erinnernde Konidienabschnürungen (vergl. Abb. 5) an einer alten Kürbisgelatinekultur verfolgt, welche, nachdem sie ein Jahr lang gestanden hatte, von neuem mit Gelatine begossen worden war. Lange septierte Konidenträger verzweigten sich in mehrere Äste, deren jeder aus einzelnen flaschenförmigen Gliedern bestand, aus denen ihrerseits je 3 Sterigmen mit den normal-großen Sporen hervorsproßten.

In ihrer Arbeit erwähnen Reinke und Berthold<sup>2)</sup> noch blasige schwachgebräunte Mycelauftreibungen, die auch wir bei unseren Untersuchungen (an Birnensaftgelatine-Kulturen) beobachten konnten. Welche Funktion diese klumpigen gebräunten Anhäufungen, die lebhaft an *Chlamydosporen* erinnern, besitzen,

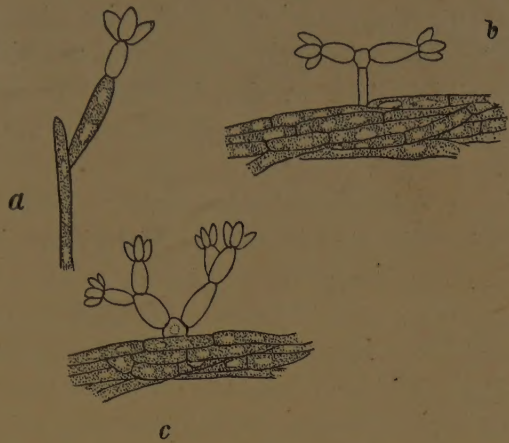


Abb. 4.

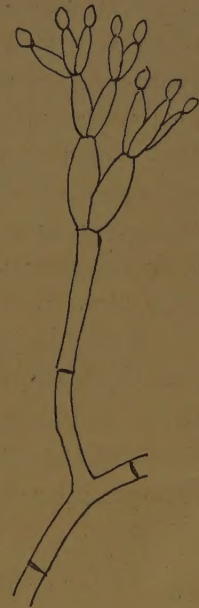


Abb. 5.

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 53 und Tafel V, Fig. 7. — <sup>2)</sup> a. a. O. S. 52.



müssen wir ebenso wie die vorhergenannten Autoren dahingestellt sein lassen, da wir auch nach längerem Liegen eine Auskeimung nicht beobachten konnten.

Schließlich sind hier noch die als sogenannte Makrokonidien von Reinke und Berthold<sup>1)</sup> beschriebenen Sporenformen zu erwähnen. Trotzdem wir den von diesen Autoren für diese Kulturform als besonders geeignet empfohlenen Nährboden: Pflaumen-decoct bei unseren Versuchen verwendeten, konnten wir diese Konidienform nirgends beobachten.

Die Frage, ob es sich hier um eine in den Entwicklungskreis von *Stysanus* gehörige Konidienform handelt, muß zunächst noch offen bleiben.

Wir neigen zu der Annahme, die auch Lindau in Engler-Prantl<sup>2)</sup> vertritt, daß die vermeintlichen Sporen zu einem anderen auf *Stysanus* parasitierenden Pilze gehören.

Aus den vorstehenden Untersuchungen geht eine Reihe von Tatsachen hervor, die einerseits die Kenntnis der Biologie des Pilzes erweitern, andererseits seine praktische Bedeutung erkennen lassen.

Außer den bekannten Coremien konnten die bisher nur von Reinke und Berthold aufgefundene Konidienabschnürung an einfachen Mycelfäden als etwas häufiges beobachtet werden. Dagegen war es nicht möglich, die von den eben genannten Forschern als Makrokonidien aufgefaßten Vermehrungsorgane aufzufinden. Als neue Form der Konidienabschnürung konnten einzelne an flaschenförmigen Sterigmen entstehende Konidien nachgewiesen werden, die sich von den an den Coremien entstehenden in nichts unterschieden. Besonders muß aber noch hervorgehoben werden, daß *Stysanus Stemonitis* nicht nur, wie man bisher annahm, Saprophyt ist, sondern als echter Parasit aufzufassen ist.

Wie sich schon aus den Beobachtungen im Freien ergab, hat der Pilz die Fähigkeit, auch in trockenen Jahren geeignete Wachstumsbedingungen zu finden. Dabei ist für ihn von zweifellosem Vorteil seine Fähigkeit, sehr rasch Konidien zu bilden und deshalb genügen ihm auch einige wenige feuchte Tage, wie sie selbst in den trockensten Jahren vorkommen, zur Ausbildung. Andererseits verhindert sein beschränktes Mycelwachstum eine größere lokale Ausdehnung in der Kartoffel. Darauf ist es zurückzuführen, daß in sämtlichen beobachteten Fällen die Gewebeerstörungen kaum tiefer als 1 cm von der Infektionsstelle aus beobachtet werden konnten.

Wenn demnach unser Pilz auch selbständig keine Massenerstörung der Kartoffel hervorruft, so ist er doch dadurch bedeutungsvoll, daß er zahlreiche Eingangsportalen für andere schneller um sich greifende Schädlinge, wie *Phytophthora*, *Fusarium* und Bakterien, öffnet und somit einen nicht unwesentlichen Anteil an der Schädigung der Kartoffelernte nehmen kann.

---

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 54.

<sup>2)</sup> Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, 1. Abt., S. 460.



